

## ЗБЕРЕЖЕННЯ БІБЛІОТЕЧНИХ ТА АРХІВНИХ ФОНДІВ

УДК 027.54(477-25)НБУВ:025.7/9  
<https://doi.org/10.15407/rksu.29.401>

*Любов Петрівна Затока,*

*науковий співробітник відділу наукових технологій збереження фондів,  
Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського  
(Київ, Україна)*

ORCID 0000-0002-7970-1875

*e-mail: zatoka@nbuv.gov.ua*

*Ярослав Ігорович Савчук,*

*кандидат біологічних наук,  
науковий співробітник відділу наукових технологій збереження фондів,  
Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського  
(Київ, Україна)*

ORCID 0000-0001-9872-8865

*e-mail: majka42@ukr.net*

### КОНСЕРВАЦІЙНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ОСОБЛИВО ЦІННИХ ДОКУМЕНТІВ НАЦІОНАЛЬНОЇ БІБЛІОТЕКИ УКРАЇНИ ІМЕНІ В. І. ВЕРНАДСЬКОГО: ОБСТЕЖЕННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ВПРОВАДЖЕННЯ

**Мета роботи.** Реалізація комплексу консерваційних заходів для особливо цінних документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, що включає мікробіологічні та матеріалознавчі обстеження для забезпечення їхнього довготривалого зберігання. **Методологія** дослідження полягає в застосуванні інструментальних, статистичних та прикладних методів, тож дозволяє якнайповніше

зафіксувати фактичний фізичний стан матеріальної основи цінних та рідкісних документів і реалізувати стабілізаційні операції для гарантування збереження цих фондів. **Наукова новизна** роботи полягає в оптимальному поєднанні неруйнівних мікробіологічних та матеріалознавчих досліджень стану особливо цінних документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського як базової

складової з метою розробки та впровадження сучасних консерваційних заходів саме для обстежених документів у зафіксованих умовах. **Висновки.** Розроблені консерваційні заходи на підґрунті виконаних обстежень у цілому включають підбір сучасних методик та необхідних матеріалів для відновлення документів і мінімізації швидкості процесів старіння їхньої матеріальної основи, а також технічно і грамотно забезпечують наукову реставрацію окремих примірників. Передбачається також опти-

мальне поєднання нарівні з традиційними методами відновлення цінних документів впровадження інноваційних технологій: фазового зберігання, нейтралізації понаднормової кислотності сучасними антиоксидантами, а також створення електронних страхових та читацьких копій відповідно до вимог часу.

**Ключові слова:** цінний документ, мікробіологічні дослідження, збереження, консервація, матеріальний носій, папір.

Діяльність бібліотеки як суттєвої складової культури, освіти та науки спрямована на реалізацію спільних дій для досягнення загальної соціально зорієнтованої мети в Державі. Невід’ємним напрямом роботи кожної бібліотеки – як невеликої за обсягом фондів, так і національної книгозбірні – залишається забезпечення збереження документів. Адже бібліотечні документи, насамперед старовинні, що створені декілька століть тому, а відтак є особливо цінними, дозволяють читачеві зазирнути в тодішні події та факти, щоб пізнати досі невідому інформацію. Ця інформація стає доступною лише за умови задовільного фізичного стану рукописного чи друкованого документа, завдяки збереженості форми як матеріального об’єкта, так і викладеного тексту – його пізнавальної складової. Складні взаємозв’язок та взаємозалежність усіх елементів розгалуженої системи збереження фондів вимагають застосування комплексного підходу для вирішення проблем у процесі запровадження та підтримання її на належному рівні. Цей підхід здійснюється завдяки широкому комплексу консерваційних заходів, що стосуються всіх фондів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського (далі – НБУВ), однак охоплюють насамперед особливо цінні документи.

**Актуальність теми дослідження.** У наших попередніх публікаціях неодноразово акцентувалося, що матеріалознавчі дослідження склад-

ників документів можуть розглядатись як базове підґрунтя для забезпечення системного збереження фондів, насамперед особливо цінних [1, с. 440–445]. Дослідження матеріального носія інформації, зокрема ганчір'яного паперу, традиційно включає визначення його композиційного складу, фіксування наявності філіграней, встановлення кількісних характеристик ліній «верже» та «понтюзо», а також розміру аркушів. Деякі з названих показників (характеристик) не є ідентифікаційними, тож мають діагностичний характер. Визначення композиційного складу паперу, що застосований як матеріальна основа цінного документа, включає визначення виду та довжини волокон, а також інших включень, фіксування їхніх кольору та морфологічних особливостей. У рамках матеріалознавчих досліджень аналізується та порівнюється рельєф аркушів, їхній колір, рівномірність розподілу паперової маси, а також здійснюється визначення товщини та пухлості паперу. Таке ґрунтовне дослідження паперу як матеріальної основи рукописних та друківаних документів дозволяє суттєво оптимізувати процеси реставрації в подальшому.

У комплексі взаємопов'язаних консерваційних заходів, що спрямовані на мінімізацію пошкоджуючої дії на особливо цінні документи зовнішніх екологічних факторів чи випадкових неконтрольованих ситуацій, забезпечення біологічної безпеки установи, наразі бібліотеки, гарантується регулярним виконанням мікробіологічних обстежень об'єктів зберігання – рукописів, книг, образотворчих видань, нот, мап тощо, а також повітря сховищ, де вони зберігаються.

**Аналіз досліджень і публікацій.** В ідеальному випадку профілактика біопшкоджень повинна бути передбачена вже на стадії проектування та зведення будівлі бібліотеки. За цих обставин мають бути враховані не лише місце забудови, позиція земельної ділянки, рівень ґрунтових вод, характер рослинності, тип та функціональні особливості оточуючих споруд, але й матеріали, що використовуються для будівництва бібліотеки і внутрішнього оздоблення, типи опалювальної та вентиляційної систем, планування приміщень, розміщення обладнання, устаткування тощо. Якщо всі названі вимоги не дотримані з різних причин, то тим паче актуальним є виконання заходів комплексного біологічного моніторингу приміщень і фондів, невід'ємною частиною якого є

мікологічний моніторинг [2, с. 46–49]. Теоретичною основою біологічного моніторингу є знання біології мікроорганізмів, ентомологічних шкідників та інших живих організмів, їхнього видового різноманіття, динаміки щільності популяцій, змін кількості співвідношення видів, відмінностей і подібностей їхнього розвитку, харчової спеціалізації, поведінки та екологічних переваг, виявлення місць локації у сховищах, їхніх зв'язків із природними резерваціями тощо. Навіть цей неповний перелік доводить, що для виконання біологічного моніторингу фахівці повинні мати достатньо широкі знання та вміло ними оперувати. Результати виконаних у рамках моніторингу досліджень використовуються для надання рекомендацій фондоутримувачам, а також оголошуються під час проведення навчальних семінарів з підвищення кваліфікації співробітників бібліотеки з питань профілактики біопшкоджень документів [3, с. 182–183].

Одним із найпоширеніших консерваційних заходів для особливо цінних документів є зберігання в конвертах, папках, футлярах, коробках, іноді просто обгорнутими в щільний папір. Однак питання в тому, наскільки якісними є матеріали, з яких виготовлені ці коробки, футляри, папки та інші аналогічні т. зв. «пристосування», що призначені для зберігання документів. Наразі у сховищах збільшується також місце, яке займають документи, що зберігаються в цих захисних пристосуваннях. Переваги такого зберігання суттєві: об'єкти зберігання захищені від впливу багатьох чинників довкілля, в першу чергу – світла. Коробки та інші контейнери з безкислотного картону, а також навіть шафи є ефективним бар'єром проти перепадів значень температури та відносної вологості повітря у сховищі. Однак ці переваги нівелюються за умови неправильно підбраного матеріалу, наприклад, – недовговічного картону з низьким значенням показника кислотності в одиницях рН. Це означає, що в матеріалі є достатня кількість кислотомісних або кислотоутворювальних компонентів, які могли утримуватися в матеріалі спочатку або утворитися у процесі його природного старіння за рахунок поглинання газоподібних домішок навколишнього середовища. Обрання відповідного матеріалу для індивідуального захисного пристосування є вкрай важливим, оскільки зміни, що відбуваються на початковому етапі

старіння паперу документа, невидимі. Однак після певного часу у процесі періодичних обстежень документів можна легко виявити або суцільні бурі плями, або бурий контур на поверхні аркушів, що стикається з матеріалом папки або коробки. Зміна кольору (пожовтіння, побуріння) – перша візуальна ознака міграції «кислих» компонентів або продуктів деструкції матеріалу папки в матеріал об'єкта. Це особливо добре помітно на окремих аркушах рукописних та архівних документів, графіці, малюнках. Часто паспарту з неякісного картону залишає свій негативний «слід» на об'єкті зберігання: зі зворотного боку видно суцільне побуріння листа, а з лицьового – бурий контур у місці зіткнення рамки з об'єктом. Отож необхідно більш детально зупинитися саме на обранні матеріалу для захисного пристосування. Як матеріал для зберігання особливо цінного документа можна обрати картон, дерево або метал. Метал надійніше захистить від високих температур у разі пожежі. Але ризик можливої конденсації вологи під час охолодження з подальшим розвитком мікобіоти дуже великий. Коробки з дуба або інших порід деревини також непридатні для зберігання документів на папері, оскільки багато порід деревини виділяють кислі газоподібні випаровування. За потреби використання дерев'яної коробки доцільно викласти її внутрішню поверхню безкислотним картоном. Як матеріал для коробок недоцільно застосовувати деревостружкові плити, тришарову фанеру або деревоволокнисті плити, оскільки у процесі їхнього виготовлення використано клеючі речовини, що виділяють кислотоутворюючі гази, формальдегід і мурашину кислоту, яка утворюється на повітрі за присутності вологи [4, с. 14–199].

Розвиток науки і технологій хімічного виробництва сприяє появі нових матеріалів, що витісняють старі й більше відповідають сучасним вимогам, що висуваються щодо консервації. Однак далеко не все, що випускається сучасною промисловістю і що, здається, цілком відповідає вимогам фахівців-консерваторів документів, може бути включено до технологічного циклу відновлення документів [5, с. 377–389]. Необхідні найретельніші дослідження властивостей нових матеріалів і речовин. У додатках до стандарту з консервації документів наводиться низка матеріалів, що можуть бути застосовані в технологічному циклі

реставрації й гарантовано не справляють негативного впливу на відновлені особливо цінні документи у процесі їх тривалого зберігання [6, с. 1–7]. Саме цим пояснюється той факт, що з величезного асортименту паперу, клею, полімерних плівок та інших матеріалів, що випускаються промисловими підприємствами та пропонуються на ринку, реставраторами використовуються лише деякі. Ці види паперу, відповідно до призначення, можна поділити на чотири групи: папір для заповнення відсутніх частин аркуша або зміцнення його зі зворотного боку (за умови, що текст нанесено з одного боку); тонкий прозорий папір для зміцнення крихкої пошкодженої основи з лицьової та зворотної сторони аркуша; папір, що використовується під час палітурних робіт, наразі й папір на форзаци; папір допоміжний. Під час реставраційних операцій керуються декількома критеріями, серед яких: присутність у композиції паперу насамперед довговічних волокон бавовни, льону або сульфатної целюлози; близьке до нейтрального або вище за нейтральне значення кислотності в одиницях рН водної витяжки ( $\text{pH} = 7$ ); механічна міцність за показниками опору зламу та розриву; довговічність. Важливими є й інші властивості паперу, що характеризують його придатність для консерваційних робіт, серед яких вологоміцність, пористість, гігроскопічність, здатність до деформації, товщина. Під час реставрації абсолютно різних документів – рукописів, друкованих видань, графіки, малюнків тощо – виникає потреба в реставраційному папері як для різних цілей, так і різних видів для однієї мети. Наприклад, для заповнення відсутніх частин аркуша доцільно мати папір різної товщини та відтінків. Такий папір не повинен містити кислотоутворюючих компонентів і бути більш міцним і довговічним аніж папір, що реставрується. За названим стандартом з консервації документів для відновлювальних операцій серед інших матеріалів рекомендованими є такі види паперу, як картографічний, літографський, для малювання, креслярський різних марок, хроматографічний, а також ганчір'яний за наявності власного реставраційно-відливного обладнання. Рівноміцний, довговічний та біостійкий папір ручного способу виробництва є найбільш придатним для реставрації аркушів рукописів та друкованих книг.

Слід додати, що, оскільки тонкий папір служить для зміцнення ослабленої паперової основи з двостороннім текстом, він повинен бути і міц-

ним, і прозорим. Остання властивість значною мірою залежить від товщини й щільності паперу, а також від способу його з'єднання з аркушем, що реставрується. Клей або клейовий склад, який використовується для з'єднання паперу з об'єктом, що реставрується, повинен мати коефіцієнт заломлення світла, близький до того, який має целюлоза. Цим досягається оптична однорідність усіх трьох шарів. Саме для тонкого паперу особливо важливими є здатність до деформації, розтяжність і скручування в сухому та вологому стані, вологоміцність, рівномірний просвіт, відсутність сторонніх включень. Більшості із цих вимог відповідає лише мікалентний папір, створений як підкладка для ізоляторів в електротехнічній промисловості. У реставрації він використовується для зміцнення згинів аркуша, полів, скріплення розривів, дублювання графічних творів тощо. У світовій реставраційній практиці, на відміну від західноєвропейського паперу, найбільшої популярності набув японський папір, що виготовляється з лика кушів міцумата, козу або гам-пі. Лико за своєю природою більш тонке, довговолокнисте і може бути механічно фібрильоване на відміну від твердих деревних волокон. Це важливо, адже на початковій стадії підготовки сировини виключається застосування кислотомісних речовин, які згодом залишаються в готовому папері. Тривале витримування волокон у воді сприяє делігніфікації, оскільки стінки клітин окремих волокон більш тонкі та пористі, ніж у целюлози. Сировина вариться тільки у слабкому лужному розчині, який потім значною мірою розбавляється, й у волокні залишається дуже незначна кількість хімікатів. У процесі виробництва японського паперу використовується дерев'яне обладнання задля уникнення безпосереднього контакту з металами, зокрема залізом. Отож у папір не потрапляють навіть незначні кількості домішок у вигляді залишкових кислот або оксидів заліза, що є одними з основних каталізаторів окисної деструкції паперу. Оскільки відбілювання паперу не здійснюється, він має природний колір. Внаслідок такої щадної підготовки зберігається довжина волокон, хоча вони дуже тонко фібрильовані. У процесі черпання (формування аркушів) у волокнисту масу не вносяться будь-які добавки, за винятком слизу кореня *Hibiscus Manihot*, рослини родини мальвових, що має нейтральне значення кислотності (показник рН). Під час перемішування маси слиз

обволікає окремі волокна, вони не злипаються і одночасно набувають деякої жорсткості. Завдяки даній технології папір характеризується масою метра квадратного від 9 до 120 г/м<sup>2</sup> та рівномірним просвітом. Така унікальна технологія виробництва японського паперу забезпечує його особливі властивості. Тонко фібрильовані довгі волокна лика дозволяють отримати дуже прозорий і механічно міцний папір навіть за невисокої маси метра квадратного, а це дуже важливо для матеріалу, що використовується у практичній реставрації документів. Позитивним аспектом для реставрації є також висока пористість цього паперу [7, с. 296–305].

Аналогічний папір європейського виробництва виготовляється під брендами JAPICO, VANGEROW, MORITA з високоякісної целюлози або лінера, відбілюється перекисом водню, а під час складання композиції паперової маси як буфер вноситься карбонат кальцію [8, с. 9].

У наших попередніх публікаціях та інших методичних рекомендаціях з питань реставрації документів неодноразово наголошувалося на необхідності правильного вибирання паперу на форзаци – мармурового паперу. Однак слід ще додати, що мармуровий папір може бути виготовлений за прописами XVIII–XIX ст. з використанням сучасних фарб, сполучників та пігментів. На сьогодні ринок паперової продукції пропонує широкий вибір мармурового паперу, виготовленого у промислових умовах. Щодо допоміжного паперу, то до цієї категорії належить папір, що не з'єднується з документом, який реставрується, однак під час реставраційних операцій перебуває з ним у тісному контакті. Механічна міцність для паперу такого виду має відносне значення. Важливо, щоб він виконував необхідні функції без здійснення негативного впливу. Найчастіше для допоміжних операцій використовуються такі види паперу, як фільтрувальний та парафінований. Фільтрувальний папір, що за технологією виготовлення є непроклеєним у масі, має високу поглинаючу здатність і низьку міцність за показником опору зламу. Для цього виду паперу значення показника кислотності водної витяжки в одиницях рН не менше 6,0–8,0. Застосовується він як прокладочний матеріал під час пресування аркушів, що реставруються, а також для віддаленого зволоження аркушів паперу і пергаменту. Парафінований папір застосовується як антиадгезійна прокладка для запобігання приклеюванню рес-



таврованих аркушів до прокладочного матеріалу, зазвичай до фільтрувального паперу. Іноді один вид паперу може бути як основним, так і допоміжним реставраційним матеріалом. Наприклад, тонкий реставраційний рівноміцний, мікалентний папір або цигарковий папір можуть застосовуватись і як шторки в паспарту для захисту зображення від впливу негативних факторів навколишнього середовища.

**Мета дослідження** зумовлена необхідністю розроблення та впровадження консерваційних заходів для збереження особливо цінних фондів з ослабленою матеріальною основою на різних носіях, чому передують органолептичні та інструментальні обстеження самих документів та умов їхнього зберігання, а також експериментальні матеріалознавчі, мікробіологічні дослідження для реалізації необхідних стабілізаційних операцій. З десятирок років тому фахівці-консерватори трактували поняття стабілізації документів з ослабленою матеріальною основою як виконання практичних заходів щодо їхньої стабілізації у трьох взаємозалежних напрямках, а саме стосовно хімічного, механічного та біологічного факторів. У сучасних умовах запровадження в бібліотечну практику нових інформаційних технологій, тобто переважного обслуговування користувачів електронними копіями, акценти дещо змістилися. Зі зменшенням читацького попиту на фонди на традиційних носіях менш актуальним стало погіршення фактичного фізичного стану документів через механічні пошкодження. Однак, якщо вплив хімічного фактора залишився, як і раніше, стабільно негативним, то вплив біологічного фактора навіть зріс у певній геометричній прогресії. Фахівцями відділу наукових технологій збереження фондів НБУВ (далі – ВНТЗФ НБУВ) під час багаторазових обстежень документів зафіксовано, що чим рідше відкривається книга, тим більша вірогідність появи та розповсюдження мікобіоти, насамперед на форзацах. Отож метою дослідження є розроблення та впровадження сучасних консерваційних заходів для цінних документів, що їх потребують, у необхідних обсягах та конкретних умовах НБУВ.

**Виклад основного матеріалу.** «Папір – зброя вчених, основа для книг. Папір – домашній порадник канцеляриста, скарб для учнів, фундамент людської дружби. О мій папір, ти воістину величне творіння», –

писав у своєму панегірику якийсь давній автор, сприймаючи аркуші паперу як живі істоти. Саме таким має бути і ставлення до паперу як матеріальної основи особливо цінних бібліотечних документів. Консерваційні заходи зі збереження та стабілізації фізико-хімічних властивостей культурних цінностей ґрунтуються на достовірних знаннях про надійність матеріалу на весь період його існування. Дані про фізико-хімічні властивості матеріалу визначаються за результатами спеціальних експериментальних досліджень. Найцікавішими, на наш погляд, є результати такого дослідження окремих конструктивних частин документів – книжкового блоку та елементів оправ. Мається на увазі визначення кислотності паперу в одиницях рН, вологості паперу книжкових блоків та елементів палітурки контактним способом, а також інші структурні та хімічні дослідження окремих одиниць колекцій, насамперед – визначення композиційного складу паперу. Слід зазначити, що результати цих досліджень зазвичай покладені в основу превентивних консерваційних заходів щодо кожної окремої одиниці зберігання з різних зібрань та колекцій НБУВ. Інформацію про результати проведення комплексного обстеження документів колекції арабських рукописів (ф. 74) Інституту рукопису НБУВ (далі – ІР НБУВ), під час якого було обстежено шістьдесят документів, уже викладено в наших попередніх публікаціях. У цій статті увага акцентується лише на окремих аспектах матеріалознавчих досліджень. З точки зору цілісності документа, це п'ятдесят чотири окремих рукописних документи і шість фрагментів обсягом від одного до шести аркушів. Під час вивчення матеріальної основи кожного з 54 рукописів було застосовано деякі положення методики експертного дослідження паперу ручного способу виробництва [9, с. 74–88].

У процесі дослідження було встановлено, що в якості матеріальної основи для деяких рукописів використовувався східний, так званий «самаркандський» папір з крохмальним проклеюванням, для деяких – «європейський», папір з проклеюванням тваринним клеєм, напівмашинного та машинного способів виготовлення. Водночас було підтверджено той факт, що хоча для створення окремих рукописів використовувався один тип паперу – папір «самаркандський», однак структурні та хіміко-технологічні властивості паперу кожного окремого документа відрізня-

лися одні від інших. Спектр цих властивостей тим більш не збігається, якщо для створення документа застосовувався папір європейського типу. Так, з обстежених п'ятдесяти чотирьох рукописів лише два були написані на папері європейського типу з філігранями одного малюнка (латинські літери) та однаковою відстанню між лініями «понтюзо». Отже, на властивості ганчір'яного паперу ручного способу виготовлення значний вплив, окрім складу по волокну, мають також вид клею для проклеювання (крохмальний або тваринний), якість підготовки паперової маси перед відливом та інші технологічні операції: пресування, шліфування тощо. Якщо в якості матеріальної основи кількох обстежених рукописів було використано папір машинного способу виготовлення із целюлози, то вони вже характеризуються зовсім іншими структурними і хіміко-технологічними властивостями.

З метою виконання реставрації блоків було відібрано мікроскопічні проби для визначення складу по волокну з рукописів різних історичних періодів: ф. 74, од. зб. 2 (Коран, XIV ст., 98 арк.), палітурка не збереглася, формат 18,5x15 см, блок зі значними механічними пошкодженнями на приблизно одній третині аркушів, ганчір'яний папір східного виробництва, слабо проклеєний, не щільний, пожовтілий, товщиною 0,12 мм, кислотність в одиницях рН 6,0 – 6,5. Лабораторне дослідження паперу на склад по волокну показало вміст тільки бавовняних волокон у його композиції; ф. 74, од. зб. 18 (Рукопис з мусульманської юриспруденції, список під назвою «Основи права», XIII ст., 239 арк.), палітурка не збереглася, формат 20,5x15,5 см, блок без значних механічних пошкоджень, ганчір'яний папір східного виробництва, жовтий, нерівномірний за товщиною, адже товщина в межах 0,12 – 0,15 мм, кислотність в одиницях рН 6,0 – 6,5. Морфологічні характеристики показали наявність конопляних волокон, а також, імовірно, конопляні частинки (конопляні плівочки); ф. 74, од. зб. 21 (Твір моралізаторського змісту з шести розділів, не пізніше XIV ст., 79 арк.), у картонній обкладинці зі шкіряним корінцем – плетіння значно пошкоджене, формат 28x17,4 см, блок з механічними пошкодженнями – деструкція останнього аркуша, з одиничними ентомологічними ходами. В якості основи – ганчір'яний папір східного виробництва, нерівномірний за товщиною – 0,125 – 0,135 мм,

кислотність в одиницях рН 5,5. У композиції паперу також виявлено невелику кількість волокон, близьких за своєю морфологічною характеристикою до конопляних плівочок. Для порівняння була відібрана мікроскопічна проба на склад паперу по волокну з рукопису, знайденого в Казахстані, за 180 км на північ від озера Балхаш, створеного в історичний період, ближчий до ХХ ст.: ф. 74, од. зб. 24 (Твір із фікху, 58 арк.), частина аркушів втрачена, палітурка не збереглася, формат 21,5x17,5 см, блок без значних механічних пошкоджень, папір напівмашинного способу виробництва з рівномірною структурою аркушів, щільний, інтенсивно пожовтілий, особливо по периметру аркушів. Такий відтінок свідчить про наявність у папері деякої кількості лігніну. Товщина паперу 0,098 – 0,1 мм, а кислотність в одиницях рН 5,0 – 5,5. Лабораторне дослідження паперу на склад по волокну показало вміст 30 % бавовняних волокон та 70 % конопляних, а також невелику кількість волокон, близьких за своєю морфологічною характеристикою до конопляних плівочок. Отже, проведеними експериментальними дослідженнями вказаних рукописів були також підтверджені літературні відомості про те, що ганчір'яний папір, у композиції якого використані лляні та конопляні волокна, характеризується більш високими механічними показниками та дещо нижчою білизною, ніж папір з бавовняних волокон.

Для виконання консерваційних заходів з ІР НБУВ до відділу реставрації в 2019 р. надійшли чотири документи вірменською мовою: ф. 30, од. зб. 153, Євангеліє, XIV ст., 36 арк., матеріальна основа – пергамент; ф. 30, од. зб. 154, Євангеліє, XVII ст., 278 арк., матеріальна основа – папір; ф. 30, од. зб. 3, Євангеліє, XVI ст., 63 арк., матеріальна основа – пергамент; ф. XXXVI, од. зб. 117, Вірмено-латинський словник, XVII ст., 586 арк., матеріальна основа – папір. Органолептичні та інструментальні обстеження зазначених документів включали визначення товщини аркушів матеріальної основи кожного документа та маси метра квадратного. Для паперу рукопису (ф. XXXVI, од. зб. 117) за товщиною та масою метра квадратного були ще розраховані уявна щільність та пухлість. Що стосується органолептичного обстеження зразка паперу з рукописним текстом, то він мав коричневий відтінок з обох сторін. На одній зі сторін у нижньому правому полі виявлено слід від печатки фіолетового кольо-

ру, поверхня аркуша паперу гладенька з обох сторін. На просвіт помітна неоднорідність паперового аркуша та видимі лінії «верже» та «понтюзо». За результатами мікрохімічного аналізу визначено: паперова основа волокнистої будови, плутано-волокнистої структури, здатна до розшарування на два шари, поверхня гладенька з обох боків, що свідчить про наявність поверхневого проклеювання, містить волокна білого кольору з охристим відтінком. Волокниста частина складається переважно з довгих (пласких, стрічкоподібних, грубих без перекручування та тонких з перекручуванням, частково з фібрилами) та середніх (значно в меншій кількості змінених за довжиною) ганчір'яних волокон грубого помелу. Волокна проклеєні в масі та на поверхні. У дослідженому зразку виявлено незначну кількість лігніну. Водна витяжка на кислотність за індикаторним папером відповідає приблизно в одиницях рН 4–5.

Перший із досліджених аркушів паперу рукопису (ф. 30, од. зб. 154) прямокутної форми, розміром 13,5x17,4 см, написаний чорним чорнилом з обох боків, вірменською мовою. Наповнювач паперу – крейда, кислотність паперу (контактний метод) в одиницях рН 4,33. Товщина паперу цього аркуша – 0,114 мм, загалом товщина паперу інших аркушів у діапазоні від 0,110 до 0,168 мм. Маса одного метра квадратного зазначеного ганчір'яного паперу 63,4 г/м<sup>2</sup>, уявна щільність 0,556 г/см<sup>3</sup>, пухлість 1,8 см<sup>3</sup>/г. За результатами визначення структурних властивостей паперу виявилася необхідність виконання зміцнювальних операцій під час реставрації. Що стосується двох рукописів на пергаменті, то визначалися товщина аркушів та маса одного метра квадратного. Тож матеріальна основа рукопису ф. 30, од. зб. 153 характеризувалася такими показниками: товщина аркушів у межах 0,097 – 0,118 мм, маса одного метра квадратного – 68,6 г/м<sup>2</sup>. Пергамент рукопису ф. 30, од. зб. 3 має товщину аркушів у межах 0,177 – 0,23 мм, масу одного метра квадратного – 100,1 г/м<sup>2</sup>.

Для забезпечення подальшого зберігання раритетів необхідним було проведення комплексу відновлювальних заходів для аркушів чотирьох рукописів (два на папері та два на пергаменті), який включав такі реставраційні операції: зміцнення паперової основи аркушів, доповнення втрат паперової основи аркушів, пресування аркушів, а також

виготовлення індивідуальних засобів для подальшого зберігання з використанням відповідних нейтральних сумісних матеріалів.

Зазвичай передреставраційні дослідження включають також спеціальні мікробіологічні досліди для встановлення життєздатності відібраних мікологічних проб з документів, що надійшли на консервацію.

Упродовж шести років, починаючи з 2016 р., відбувався періодичний моніторинг видового складу мікобіоти, виділеної з деяких цінних фондів НБУВ. Відбір проб з рукописних та друківаних джерел інформації проводили методами стерильних ватно-марлевих аплікаторів та методом відбитків. Культивувалися мікроскопічні гриби в термостаті за температури  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ . Ідентифікація виділених мікроскопічних грибів проводилася за допомогою світлового мікроскопу «МІКМЕД-2». Ідентифікувалися виділені культури за сукупністю культурально-морфологічних ознак та особливостями конідіогенезу з використанням відповідних визначників грибів вітчизняних та іноземних авторів.

Так, найчастіше у зразках траплялися такі види мікроміцетів: *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire; *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries; *C. herbarum* (Pers.) Link; *C. sphaerospermum* Penz. та *Penicillium chrysogenum* Thom [9]. Разом з тим з деяких проб була виділена незначна кількість потенційно небезпечних для фондів видів – *Stachybotrys chartarum* (Ehrenb.) S. Hughes; *Aspergillus niger* Tiegh.; *Aspergillus flavus* Link [10]. Однак слід зазначити, що життєздатних культур на матеріальній основі обстежених документів не виявлено. Так, було проведено мікологічне обстеження рукописної книги «Євангеліє Орининське» середини XVI ст. (ф. 30, од. зб. 168), яка зберігається в ІР НБУВ. Встановлено, що з п'яти відібраних проб (стор. 19, 176, 188, 234 та 239), які візуально мали ознаки ураження мікроміцетами, не було виділено жодної життєздатної колонії. З матеріальної основи двох інших документів (ІА-79 та ІА-188), що зберігаються у Відділі стародруків та рідкісних видань Інституту книгознавства НБУВ, було відібрано за допомогою ватно-марлевих аплікаторів три проби з місць, які візуально мали ознаки мікологічного ураження. За результатом висіву та інкубування зразків у термостаті не було виявлено росту колоній мікроміцетів. Отож можна зробити висновок про те, що ділянки, з

яких був здійснений відбір проб, містили вже відмерлі рештки міцелію та конідій грибів.

Серед найбільш значущих елементів моніторингу мікобіоти фондів, що знаходяться на постійному зберіганні у НБУВ, є контроль ефективності проведення антифунгального оброблення. Так, під час попереднього дослідження рукописної книги «Апостол» XVIII ст. з п'яти відібраних проб (стор. 15, 102, 132, 167 та 185) у двох (стор. 167 та 185) було виявлено та ідентифіковано гриби *Chaetomium* sp. та *Alternaria* sp. З огляду на це було зроблено висновок про необхідність проведення локального антифунгального оброблення вказаної частини документа. Через два тижні після проведення процедури оброблення документа антифунгальними засобами фахівцями ВНТЗФ НБУВ було проведено повторне дослідження, яке не виявило наявності життєздатних культур мікроміцетів. Таким чином, слід констатувати, що антифунгальне оброблення документа, що досліджувався, було ефективним.

Серед інших обстежених документів слід більш детально зупинитися на аркушевому документі ІР НБУВ. Було досліджено вітальну листівку Президентів В. А. Ющенку від Президента Союзу Коморських Островів. Під час органолептичного обстеження документа науковцями ВНТЗФ НБУВ виявлено, що він мав ознаки ураження мікроскопічними грибами. Колонії мікроміцетів були видимі неозброєним оком. Після низки заходів з дезінфекційного оброблення документа антифунгальними препаратами, проведеного співробітниками відділу, він був обстежений спеціалістами-мікологами. З поверхні документа відібрали дві проби, які були нанесені на живильне середовище для виявлення мікроміцетів. Упродовж сімох діб з моменту нанесення проб на живильне середовище не спостерігалось жодного росту мікроскопічних грибів. Тож було зроблено висновок про ефективність знезараження документа.

Однак науковцями ВНТЗФ НБУВ були досліджені й документи, що зазнали значної контамінації мікроміцетами. Зокрема, в жовтні 2018 р. було проведено мікробіологічне дослідження фондів, переміщених з периферійних сховищ (вул. Уманська, 49). Під час первинного огляду цих фондів відмічено характерний запах «плісняви» та видимі колонії мікроміцетів на окремих книгах. З цих фондів нами було відібрано вісім проб. Таксономічний склад мікроміцетів наведено в таблиці.

Таблиця. Таксономічний склад мікроміцетів, виділених із друкованих джерел інформації.

№ проби	Видовий склад мікроміцетів
1.	<i>Penicillium chrysogenum</i> , <i>Rhizopus nigricans</i>
2.	<i>Acremonium alternatum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Scopulariopsis alba</i>
3.	<i>Acremonium strictum</i> , <i>Chaetomium globosum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. funiculosum</i>
4.	<i>A. strictum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. funiculosum</i>
5.	<i>A. roseum</i> , <i>A. strictum</i> , <i>A. sydowii</i>
6.	<i>A. strictum</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>P. funiculosum</i>
7.	<i>A. roseum</i> , <i>A. candidus</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. sydowii</i> , <i>A. versicolor</i>
8.	<i>A. ustus</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>Stachybotrys chartarum</i>

Таким чином, з восьми відібраних проб було виділено 29 ізолятів мікроміцетів. Деякі з виділених грибів є активними деструкторами целюлозовмісних матеріалів, це, зокрема, *Aspergillus niger*, *Chaetomium globosum*, *Stachybotrys chartarum*. Виявлення зазначених видів мікроміцетів на фондах НБУВ становить значну небезпеку для матеріальної основи документів. Серед загалу виділених грибів є багато таких, що здатні викликати алергічні реакції в людей та бути причиною тяжких захворювань – мікозів (аспергільозів, пеніцильозів) [10]. Також серед грибів є й такі, що здатні синтезувати токсинні сполуки. Ці речовини дістали назву мікотоксини. Проникаючи в організм людини, ці метаболіти здатні порушувати обмінні процеси та викликати ураження органів й інших систем організму. Так, *Aspergillus fumigatus* здатен продукувати цілу низку мікотоксинів, зокрема фумігатин – метаболіт, що може руйнувати лейкоцити крові [11]. До речі, *A. fumigatus* також синтезує ще й гелволеву кислоту і нейротоксин – фумітриморгин. Щодо метаболіту гліотокину, який синтезують штами *A. Fumigatus*, то він виявляє імуносупресорну дію. Цей гриб синтезує й інші токсини – веррукулоген, вірідітотоксин. Гриб *A. ustus* синтезує метаболіт устин, який є помірно токсичним щодо ссавців. Так, *A. versicolor* продукує циклопіазонову кислоту, до якої чутливі щурі, миші, курчата. Наразі цей гриб утворює



токсин – стеригматоцистин, що спричиняє нефро- і гепатотоксичну дію. Гриби *Aspergillus niger* та *Chaetomium globosum* теж здатні до синтезу мікотоксинів (малформін та хаетоглобозин) [12].

Слід підкреслити, що з виділених мікроміцетів потенційно найбільш небезпечним, з точки зору утворення мікотоксинів, є гриб *Stachybotrys chartarum* [12]. Цей мікроміцет здатен до синтезу великої кількості різновидів мікотоксинів (сатратоксини, триховеєррини, триховеєрроли, веррукарини), які належать до групи трихотеценових мікотоксинів (ТТМ). Із наведених наукових джерел відомо, що ТТМ, поряд з афлатоксинами, вважаються одними з найбільш небезпечних для ссавців [13, 14]. Так, ТТМ здатні викликати тяжкі геморагічні ураження органів травного тракту, печінки, нирок тощо. Значну небезпеку для людей, що контактують з продуцентами ТТМ, становить те, що ці мікотоксини здатні проникати через шкіру, викликаючи токсичні прояви. Зокрема, спори грибів-продуцентів ТТМ містять значну кількість токсинів, тож з огляду на це перебування людей у приміщеннях, де має місце розповсюдження грибів-продуцентів, є небажаним. Слід додати, що гриб *Stachybotrys chartarum* став причиною захворювання на стахіботриотоксикоз, яке призвело до загибелі тисяч коней у різних областях України в період 30-х років минулого століття. Отже, підсумовуючи, можна застерегти, що серед грибів, виділених з фондів, які було переміщено з периферійних сховищ, є потенційно небезпечні види не тільки для паперових носіїв інформації, але й для співробітників, які працюють з ними. Тож науковцями-мікологами були надані відповідні рекомендації для унеможливлення зараження співробітників під час опрацювання цих фондів. Слід звернути увагу й на те, що заражені грибами фонди є джерелом розповсюдження спор, а це може призвести до контамінації інших сховищ. Певно, що до антифунгального оброблення ці фонди мають зберігатися в окремому приміщенні.

Ще одним прикладом негативного впливу мікроміцетів на фактичний фізичний стан документів може слугувати низка інших експериментальних досліджень, зокрема рукописів (КДА 714, КДА 728/Л та КДА 64), що зберігаються в ІР НБУВ. У п'ятнадцятьох пробах, відібраних із цих документів, було виявлено ріст мікроміцетів. Загалом з

відібраних проб виділено 28 штамів грибів, зокрема такі види: *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. ustus* та *Penicillium* sp. Водночас було виявлено, що матеріальна основа досліджених документів характеризується ослабленим фізичним станом через умови попереднього до НБУВ побутування. Вочевидь, однією з причин цього стану стала життєдіяльність мікроміцетів. З низки обстежених документів ІР НБУВ (ф. 324, од. зб. 348; ф. 301, од. зб. 250; ф. 160, од. зб. 164) було відібрано п'ять проб та встановлено, що всі дослідні зразки містять життєздатні культури мікроміцетів. Ці мікроміцети можуть перебувати в пилу та інших забрудненнях, присутніх на сторінках досліджених документів. Наявність таких шкодочинних для паперових носіїв інформації мікроміцетів, як *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, *A. flavus*, вимагає проведення комплексу стабілізаційних операцій, зокрема поаркушевого знепилювання документів з наступним антифунгальним обробленням. Наразі гриби *Aspergillus niger* та *A. flavus* можуть виявитися продуцентами мікотоксинів, що створює потенційну небезпеку для персоналу НБУВ [15]. З огляду на це було рекомендовано, щоб подальше опрацювання вказаних документів проводилося лише після виконання комплексу стабілізаційних заходів.

Дослідження іншого рукопису з ІР НБУВ – «Ревізія (ревизька книжка) Полтавського полку 1723 р. І. 188 (6180)» показало, що з трьох відібраних проб з різних сторінок рукопису, які містили фрагменти з ознаками ураження мікроміцетами, виділили та ідентифікували штами *Trichoderma viride*, *Aspergillus versicolor* та *Aspergillus* sp. Представлені мікроміцети, зокрема *Trichoderma viride*, можуть негативно впливати на матеріальну основу дослідженого документа, адже штами цього виду здатні продукувати ферменти, що гідролізують целюлозовмісні субстрати [10]. Разом з тим штами *Aspergillus versicolor* здатні продукувати мікотоксини [12]. З огляду на отримані результати було зроблено висновок про те, що цей документ, зважаючи на значне механічне пошкодження, потребує щадного антифунгального оброблення для унеможливлення подальшого негативного впливу виділених мікроміцетів.

**Наукова новизна** роботи полягає в оптимальному поєднанні неруйнівних мікробіологічних та матеріалознавчих досліджень стану особливо цінних документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вер-

надського як базової складової з метою розробки та впровадження сучасних консерваційних заходів саме для обстежених документів у зафіксованих умовах.

**Висновки.** Отримані результати досліджень проб, відібраних з різнопланових за конструкцією особливо цінних документів, беззаперечно підтверджують тезу про необхідність проведення комплексних санітарно-гігієнічних заходів з догляду за бібліотечними фондами починаючи з поаркушевого щадного їх знепилювання. Враховуючи значний історичний період існування раритетних документів та складні умови попереднього побутування, підтримання належного санітарно-гігієнічного стану фондів є запорукою їхньої довговічності. Регулярний мікологічний моніторинг особливо цінних фондів, що перебувають на постійному зберіганні у НБУВ, є одним з основних елементів ефективної системи упереджувальних заходів для гарантування збереження матеріальної основи документів. Уже відомо, що мікроміцети здатні рости й розвиватися навіть за низьких значень вологості субстрату, які відповідають нормативним вимогам для зберігання бібліотечних фондів, насамперед такою здатністю характеризуються ксерофільні гриби. Водночас для фондів, з якими часто працюють користувачі, також підвищується ризик контамінації мікроміцетами. Адже самі читачі є джерелом розповсюдження спор грибів, оскільки під час використання документа без рукавичок вони можуть залишати на його аркушах частки відмерлої шкіри та поту, які можуть слугувати субстратом для розвитку бактерій та мікроміцетів. Наведені приклади експериментальних мікробіологічних досліджень вкотре доводять, що важливою складовою мікологічного моніторингу фондів є регулярні обстеження тих цінних документів, які мають значний рівень контамінації мікроміцетами і можуть становити загрозу для інших фондів як джерело розповсюдження спор грибів. З огляду на результати такого моніторингу, подібні документи мають своєчасно направлятися на антифунгальне оброблення з метою продовження терміну їхнього зберігання та безпечного використання.

Щодо комплексу відновлювальних заходів з метою забезпечення подальшого зберігання цінних документів, найбільш поширеними стосовно механічного фактора залишаються такі реставраційні операції:

зміцнення паперової основи аркушів, доповнення втрат паперової основи аркушів, відпресування аркушів, виготовлення нової чи реконструкція старої оправы, а також виготовлення індивідуальних засобів для подальшого зберігання з використанням відповідних нейтральних сумісних матеріалів. На часі також оптимальне поєднання нарівні з цими традиційними операціями відновлення цінних документів впровадження інноваційних технологій забезпечення збереження їхньої ослабленої матеріальної основи: нейтралізація кислотності, фазове зберігання, а також створення електронних страхових та читацьких копій.

Насамкінець варто зазначити, що наведені приклади матеріалознавчих та мікробіологічних досліджень особливо цінних документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського з метою реалізації необхідних консерваційних заходів у дійсності стосуються більшості бібліотечних фондів. Тож отримані результати можна спроектувати на стан та план дій щодо всіх бібліотечних документів.

### Список використаних джерел

1. Затока Л. П. Забезпечення довговічності особливо цінних документів Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського: поєднання різних технологічних підходів // Рукописна та книжкова спадщина України. 2022. Вип. 28. С. 437–455. <https://doi.org/10.15407/rksu.28.437>
2. Затока Л. П., Куява Л. М., Крікова Т. В., Лобузін К. В., Муха Л. В., Остапенко А. А., Савчук Я. І. Превентивні методи збереження документів наукових бібліотек у несприятливих екологічних умовах: монографія / відп. ред. Л. В. Муха / НАН України, НБУВ. Київ, 2020. 124 с. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/everlib/item/er-0004170>
3. Суббота А. Г., Новикова Г. М. Роль биологического мониторинга в обеспечении оптимальных условий хранения библиотечных фондов // Проблемы збереження, консервації, реставрації та експертизи музейних пам'яток: матеріали та тези II Міжнар. наук. конф. (Київ, 26–29 трав. 1999 р.). Київ, 1999. С. 182–183.
4. Сохранение библиотечных и архивных материалов : руководство. С.-Петербург: Европ. дом, 1998. 257 с.
5. Затока Л. П., Сорокіна Л. А. Технології та матеріали наукової реставрації сьогодення // Рукописна та книжкова спадщина України. 2010. Вип. 14. С. 377–389. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/everlib/item/er-0000001130>

6. ДСТУ ГОСТ 7.50:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Консервація документів. Загальні вимоги (ГОСТ 7.50-2002, IDT). Чинний з 01.07.2007.
7. Затока Л. Ефективність використання сучасних матеріалів для відновлення раритетних документів у ЦКР НБУВ // Наукові праці Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського. 2013. Вип. 37. С. 296–305. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nbnbuimviv\\_2013\\_37\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nbnbuimviv_2013_37_29)
8. Papier und Kartone fur Restaurierung und Konservierung / Firmenmitteilung der JAPIKO DRISLER FEINPAPIERGROSSHANDEL GmbH&CO.KG DIETZENBACH. Frankfurt, 1995. 9 S.
9. Чуєнко А. І., Письменна Ю. Б., Савчук Я. І., Затока Л. П., Куява Л. М., Латіна Н. О. Мікроскопічні гриби у повітрі бібліотек наукових установ м. Києва // Mikrobiol. Z. 2020; 82(4):63-70. <https://doi.org/10.15407/microbiolj82.04.063>
10. Domsch K. A., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of soil fungi. IHW-Verlag, 2007. 672 p.
11. Klich M. A. Health effects of Aspergillus in food and air // Toxicology in Industrial Health. 2009. 25. No. 9–10. Pp. 657–667. <https://doi.org/10.1177/0748233709348271>
12. Cole R. J., Schweikert M. A. Handbook of secondary fungal metabolites. London–New York–Oxford–Paris: Academic Press, 2003. 1005 p.
13. Abbas H. K., Yoshizawa T., Shier W.T. Cytotoxicity and phytotoxicity of trichothecene mycotoxins produced by Fusarium spp. // Toxicon. 2013. 74. Pp. 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2013.07.026>
14. Hedayati M. T., Pasqualotto A. C., Warn P. A., Bowyer P., Denning D. W. Aspergillus flavus: human pathogen, allergen and mycotoxin producer // Microbiology. 2007. 153. Pp. 1677–1692. <https://doi.org/10.1099/mic.0.2007/007641-0>
15. Coppock R. W., Jacobsen B. J., Coppock R.W. // Mycotoxins in animal and human patients / Toxicology of Industrial Health. 2009. 25. No. 9–10. Pp. 637– 655. <https://doi.org/10.1177/0748233709348263>

**Liubov Zatoka,**

*Researcher of Department of Scientific Technologies of Preservation of Fonds,  
Vernadsky National Library of Ukraine  
(Kyiv, Ukraine)*

ORCID 0000-0002-7970-1875

*e-mail: [zatoka@nbuv.gov.ua](mailto:zatoka@nbuv.gov.ua)*

**Yaroslav Savchuk,**  
*Candidate of Biological Sciences (Ph. D. in Biology),*  
*Researcher of Department of Scientific Technologies for Preservation of Fonds,*  
*Vernadsky National Library of Ukraine*  
*(Kyiv, Ukraine)*  
ORCID 0000-0001-9872-8865  
*e-mail: majka42@ukr.net*

**Conservation measures for preservation of especially valuables documents  
of V. I. Vernadskyi National Library of Ukraine:  
examination, research, implementation**

**The purpose of the work** is to implement a complex of conservation measures for particularly valuable documents of the V. I. Vernadskyi National Library of Ukraine, which includes microbiological and material examinations to ensure their long-term storage. **The research methodology** consists in the application of instrumental, statistical and applied methods, so it allows to trace the actual physical condition of the material basis of valuable and rare documents as fully as possible and to implement stabilization operations to guarantee the preservation of these collections. **The scientific novelty of the work** consists in the optimal combination of non-destructive microbiological and material examination of the condition of especially valuable library documents of the V. I. Vernadskyi National Library of Ukraine as a basic component for the development and implementation of modern conservation measures specifically for the examined documents in the defined conditions. **Conclusions.** The conservation measures developed on the basis of the conducted examinations in general include the selection of modern methods and necessary materials to restore the documents and minimize the speed of the aging processes of their material base, as well as technically and competently ensure the scientific restoration of separate copies. It is also expected to optimally combine traditional methods of restoration of valuable documents with introduction of innovative technologies: phase storage, neutralization of excessive acidity with modern antioxidants, as well as creation of electronic insurance and reader copies in accordance with the demand of time.

**Key words:** valuable document, microbiological research, preservation, conservation, material carrier, paper.

*Стаття підготовлена 20 травня 2022 року;  
подана до друку 17 червня 2022 року.*