

Н.М. Молочкова
Л.О. Ніщук
П.О. Гірак

ДОСВІД МОНІТОРИНГУ МІКРОКЛІМАТУ У СОФІЙСЬКОМУ СОБОРІ

Неможливо виправити те, що неможливо виміряти, і це особливо правильно для охорони пам'яток. Контроль мікроклімату пам'яток – культових споруд – є важливим для їх збереження в умовах урбанізованого середовища. Моніторинг на основі сучасних інформаційних технологій – це зручний для користувача інструмент діагностики для визначення та прийняття обґрунтованих і своєчасних стратегічних рішень. Стаття присвячена технічним та методологічним проблемам створення і експлуатації автоматизованої системи моніторингу мікроклімату в Софійському соборі Національно-го заповідника «Софія Київська» та досвіду їх вирішення.

Ключові слова: пам'ятка архітектури, мікроклімат, моніторинг, датчики, автоматизована система, управління.

Проблема збереження пам'яток архітектури з кожним роком стає все більш актуальною в умовах урбанізації середовища, кліматичних, антропогенних та техногенних змін. Особливо ця проблема важлива для пам'яток – культових споруд, у тому числі сумісного використання, які знаходяться під додатковим тиском масових заходів, що несуть понаднормові коливання температурно-вологісного режиму, забруднення повітря, біоураження, ризику звукових та вібраційних впливів. Збереження пам'яток вимагає вирішення безлічі досить складних різнопланових задач, у тому числі обґрунтованого і комплексного моніторингу та прогнозування розвитку змін під впливом фізичних, хімічних та біологічних факторів на основі сучасних інформаційних технологій.

Складовою і вихідною частиною комплексного моніторингу стану пам'яток архітектури є система моніторингу мікроклімату.

Система моніторингу мікроклімату включає контроль за такими параметрами, як температура, відносна вологість, швидкість та якість потоку повітря й освітлення в приміщенні. Важливими факторами, що впливають на стан пам'яток, є також мікробіологічний стан повітряного середовища, вологість стін та фундаментів, рівні вібрацій, деформацій та напруження будівельних конструкцій. Збір отриманих даних моніторингу є дуже важливою задачею, яка дозволяє якісно контролювати та аналізувати стан пам'ятки і своєчасно здійснювати запобіжні заходи щодо охорони. Для обробки великої кількості даних у сучасних умовах використовуються автоматизовані системи моніторингу, які дозволяють автоматизувати функції збору, накопичення, перетворення та відображення параметрів мікроклімату.

У Національному заповіднику «Софія Київська» завжди приділялася велика увага моніторингу мікроклімату на пам'ятках, у т. ч. і у Софійському соборі (*далі скор. – Соборі*), що є складовою об'єкта «Київ: Собор Святої Софії з прилеглими монастирськими спорудами, Києво-Печерська Лавра», внесеного до Списку всесвітньої спадщини

ЮНЕСКО за № 527 у 1990 р. Тому вважаємо, що досвід моніторингу саме в Софійському соборі, де, чи не вперше в Україні, було запроваджено автоматизовану систему моніторингу (АСМ) більш ніж двадцять років назад та досвід експлуатації і розвитку АСМ у стародавній унікальній пам'ятці архітектури може бути корисним для широкого впровадження АСМ у музеях України.

У кінці ХХ ст. в Софійському соборі заміри температурно-вологісного стану здійснювалися в ручному режимі згідно з чинною інструкцією [1].

Одночасно для вивчення стану мікроклімату в приміщеннях Собору було проведено кілька комплексних досліджень у 1970, 1990, 1998 рр. Метою проведених досліджень було визначення динаміки зміни параметрів повітряного середовища Собору в холодний, перехідний і теплий періоди року, різних хімічних та бактеріологічних показників повітря, розподілу температур на внутрішніх поверхнях огорожувальних конструкцій, освітленості і руху повітря.

Софійський собор має складну архітектурну форму як по площі, так і по висоті. Товсті стіни первісного ядра споруди (ХІ ст.), менш потужні стіни перебудованих відкритих галерей по периметру споруди (ХVІІІ ст.), так званої периферії, незначна кількість дверних і віконних прорізів (2–3 % площі огорожуючих конструкцій), особливості опалення в зимовий період тощо створюють особливий мікроклімат споруди.

При дослідженнях мікроклімату Собору були виявлені диференційовані об'єми, які характеризуються певними особливостями формування мікроклімату: центральний підкупольний простір, вівтарна частина храму, простір над і під хорами. А також по висоті будівлі виділені три зони з характерним для кожної зони розподілом температур і відносної вологості.

Відповідно до цих зон у 1999 р. за допомогою ЮНЕСКО в Соборі були розміщені датчики системи моніторингу мікроклімату голландської фірми SysCom. Встановлено п'ять аналогових датчиків для виміру температури і відносної вологості внутрішнього повітря: три у нижній зоні, один у середній та один у верхній. Крім цього, змонтовано по одному датчику для виміру температури та відносної вологості зовнішнього повітря, швидкості руху повітряних потоків та рівня освітлення, а також два датчики виміру температури на поверхні огорожуючих конструкцій барабану купола.

Запис даних в автоматичному режимі здійснювався двома восьмиканальними реєстраторами кожні 20 хвилин. При такому часовому кроці реєстратор зберігав дані протягом приблизно трьох місяців. Така частота замірів дозволяла б відслідковувати зміни мікроклімату, наприклад, при молебні чи концерті. За звичайних обставин параметри змінюються набагато повільніше; крок в одну годину був би достатнім.

Збір даних виконувався на Notebook, який у ручному режимі періодично підключався до реєстраторів через



Рис. 1. Розміщення пофарбованого датчика на металевій стійці огороження

інтерфейс за допомогою нуль-модемного кабелю. Аналіз і подальша обробка даних моніторингу проводилися на стаціонарному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення (ПЗ) під управлінням операційної системи MS-DOS. ПЗ забезпечувало, окрім налаштувань та журналу подій, візуалізацію даних за вибраний проміжок часу у вигляді графіків та їх експорт у текстовий файл, але не давало доступу до даних у режимі online.

Усі елементи системи мали фізичний зв'язок електричними кабелями, таким же чином було підведено електроживлення до кожного датчика. Враховуючи архітектурні особливості об'єкта (Софійський собор має криволінійні поверхні та значну висоту (висота центральної бані 28,54 м), масивний, зі значною товщиною (1,2–1,4 м) огорожувальних конструкцій по висоті будівлі), прокладка кабельної мережі виявилася необхідним і найскладнішим етапом робіт. Крім того, всі місця проходження кабелів – стіни собору з монументальним живописом, чавунні підлоги – є особливо цінними експонатами. Враховуючи розміщення датчиків другого і третього ярусів, доступ до яких можливий тільки за умови встановлення риштування, їх кабельне живлення було надійне і на той час єдино можливе.

У 2004 р. в приміщеннях Софійського собору було проведено комплексне дослідження НВК «Клімат» по мікроклімату та щодо можливості заміни застарілої системи опалення на більш сучасну [2]. За результатами досліджень для Собору були рекомендовані наступні параметри повітряного середовища, які необхідно підтримувати в його приміщеннях: в холодний період року $t = 14 \dots 16^\circ\text{C}$, $\varphi = 45 \dots 55 \%$; у теплий період року $t = 20 \dots 22^\circ\text{C}$, $\varphi = 50 \dots 60 \%$.

З того ж 2004 р. система контролю мікроклімату почала працювати з перебоями через накопичення технічних і технологічних проблем: відсутність сигналів від датчиків поза приміщенням Собору, моральна застарілість реєстраторів, ПЗ яких розроблялось в операційній системі

MS-DOS більш ніж за 15 років на той час, порушений протокол зв'язку між ПК і реєстратором тощо. Крім того, для отримання об'єктивної картини розподілу полів температур та вологості в об'ємі Собору наявної кількості датчиків явно було недостатньо, і бажано було відслідковувати інші показники мікроклімату та кількість відвідувачів, що дуже впливає на мікроклімат пам'ятки.

У 2006–2008 рр. проводилася модернізація цієї системи, при цьому максимально використовувалися наявні датчики та лінії зв'язку, підведені до місць розташування реєстраторів. Старі аналогові датчики протягом тривалого періоду експлуатації (і до цього часу!) добре зарекомендували себе: забезпечували достатню точність, довгострокову стабільність і надійне функціонування. Такий підхід дозволив знизити витрати на розгортання додаткової кабельної мережі й зменшення вартості монтажних робіт. Додатково в центральному куполі було встановлено 5 цифрових датчиків температури і вологості – у центрі і за сторонами світу. Упровадження різних типів датчиків (аналогові і цифрові) зажадало й заміни реєстраторів. Крім спеціалізованого ПЗ для реєстраторів, у вимірювальній мережі моніторингу було розроблено сучасну програму для робочої станції фахівця-аналітика з розширеними можливостями візуалізації і виводу даних у вигляді різних за потребою звітів, у т. ч. у режимі online.

У цей же час розглядалися варіанти і можливості застосування новітніх технологій бездротового зв'язку – на основі мереж мобільного зв'язку та інших радіомереж. Але зазначимо, що більшість радіопристроїв мають ряд істотних недоліків і обмежень. У нашому випадку – це високе енергоспоживання й низька ефективність приймання-передачі в закритих приміщеннях зі складною архітектурною формою. Також до обмежень варто віднести необхідність ліцензування на використання радіочастот для більш потужних радіомодемів, близьке розташування об'єктів з використанням спеціальних засобів блокування та перенаправлення телекомунікаційного трафіку.

Однак, відсутність фінансування не дозволила завершити ці роботи, які вимагали додаткових випробувань. А з часом розвиток інформаційних технологій зажадав докорінного технічного оновлення існуючої в Соборі АСМ.

Наприкінці 2018 р. в Соборі підприємством ТОВ «СО-ЛіТОН» було встановлено нову систему контролю мікроклімату, яка вимірює температуру і відносну вологість внутрішнього повітря, освітленість, швидкість руху повітря, концентрацію вуглекислого газу.

На етапі проектування автоматизованої системи моніторингу параметрів мікроклімату основними критеріями вибору первинних перетворювачів були висока точність вимірювання та відсутність необхідності прокладати сигнальні кабелі та кабелі живлення до місць встановлення датчиків. Виходячи з цих критеріїв, а також складних умов для проходження електромагнітних хвиль у будівлі Собору, була обрана система збору даних

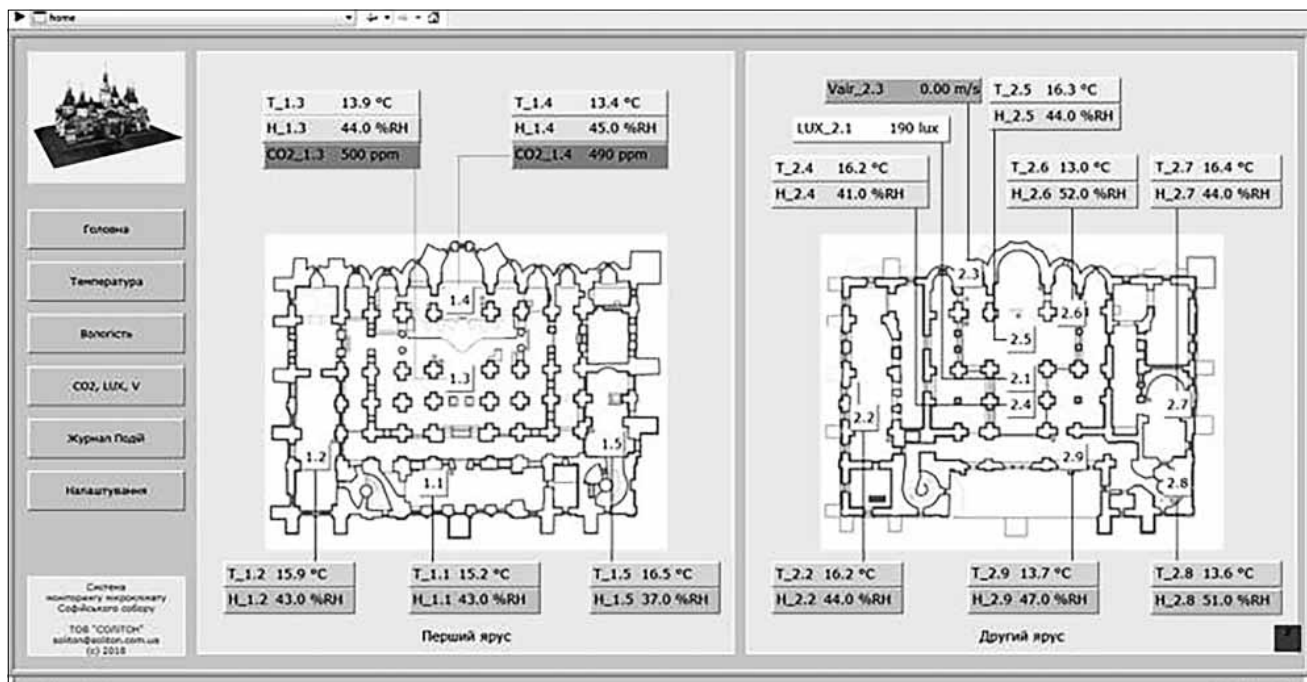


Рис. 2. Головне вікно програми моніторингу та навігація між вікнами

від бездротових датчиків виробництва компанії Pro dual (Фінляндія). При необхідності розширення кількості контрольованих параметрів, система передбачає можливість збільшення кількості датчиків. Значення параметрів мікроклімату, що вимірюються датчиками, передаються від них на базову станцію по радіоканалу на частоті 868,3 МГц. Використання даного частотного діапазону дозволяє забезпечити більш стійкий до завад зв'язок, а також зменшити вплив внутрішніх конструкцій Собору на якість радіосигналу у порівнянні з діапазоном 2,4 ГГц. Для збільшення відстані передачі сигналів використовуються репітери – повторювачі радіосигналу. Для підвищення стійкості сигналу в умовах будівлі Собору були розроблені та протестовані спеціальні антени для датчиків та базової станції системи.

При встановленні датчиків дотримано вимоги відносно мінімально можливого втручання у зовнішній вигляд, матеріальну структуру та функціонування споруди. Для запобігання втручання в матеріальну структуру окремі датчики встановлені за допомогою магнітів на існуючих металевих елементах або на металевих площадках, наклеєних на поверхню, або на існуючі монтажні поверхні. Таким чином мінімізована площа поверхні контакту датчика зі стіною. Для більш естетичного вигляду окремі датчики фарбувалися в тон поверхні розміщення (рис. 1).

Базова станція виконує функцію перетворення даних, що отримані від датчиків по радіоканалу, у цифровий протокол передачі даних Modbus RTU для подальшої передачі інформації в систему SCADA. Одна базова станція може підтримувати до 99 бездротових датчиків. Сервер систе-

ми моніторингу параметрів мікроклімату розроблений на базі комп'ютера з малим енергоспоживанням, операційною системою Windows 7 та програмним забезпеченням системи SCADA. Програмне забезпечення системи SCADA складається з базового програмного забезпечення системи SCADA IGSS та прикладного програмного забезпечення з графічним інтерфейсом користувача, який спеціально розроблений під цей проєкт (рис. 2). Сервер та блок живлення в монтажній шафі підключені до джерела безперебійного живлення. Активні аварійні події відображаються в журналі подій.

Загалом нова АСМ має можливість розширення за рахунок збільшення кількості та виду обладнання (наприклад, датчиків SO₂, вібронавантажень, оптичних систем контролю стану фресок, мозаїки тощо); можливість інтеграції в систему моніторингу вищого рівня як складової частини комплексної системи моніторингу ансамблю споруд Софійського собору в майбутньому; широкі можливості налаштувань, візуалізації та виводу даних, можливість одночасного доступу багатьох користувачів через WEB-браузер; наявність SMS-моніторингу при виникненні аварій, нештатних ситуацій.

Проте, після двох років експлуатації дався взнаки можливо єдиний недолік бездротової системи – обмежений термін використання елемента живлення датчика температури і вологості, який розміщено в найскладніших мікрокліматичних умовах – у центральному куполі. Доступ до нього здійснюється з даху Собору крізь світлове вікно і, враховуючи складну конфігурацію даху Собору, у зимовий період практично неможливий. Таким чином, при зниженні рівня заряду елемента живлення, декілька

Таблиця 1. Середні показники температури t , °C повітря в Соборі

рік	сезон	1 поверх	2 поверх	Центр 1 поверх	Периферія 1 поверх	Центр 2 поверх	Периферія 2 поверх
2020	теплий	19,8	22,3	19,8	19,9	22,0	22,1
		$\Delta=2,5$		$\Delta=0,1$		$\Delta=0,1$	
	холодний	16,3	15,7	15,5	16,8	15,5	16,3
2019	теплий	21,2	23,5	21,0	21,3	23,2	23,4
		$\Delta=2,4$		$\Delta=0,3$		$\Delta=0,2$	
	холодний	16,2	15,7	15,3	16,8	15,6	16,3
		$\Delta=-0,5$		$\Delta=1,5$		$\Delta=0,8$	

Таблиця 2. Середні показники відносної вологості ϕ , % повітря в Соборі

рік	сезон	1 поверх	2 поверх	Центр 1 поверх	Периферія 1 поверх	Центр 2 поверх	Периферія 2 поверх
2020	теплий	56,6	53,8	52,4	59,4	55,3	52,6
		$\Delta=-2,8$		$\Delta=7,0$		$\Delta=-2,6$	
	холодний	47,1	51,8	46,7	47,3	51,9	49,3
2019	теплий	59,0	54,6	56,4	60,7	55,6	54,4
		$\Delta=-4,3$		$\Delta=4,3$		$\Delta=-1,2$	
	холодний	16,2	15,7	15,3	16,8	15,6	16,3
		$\Delta=4,1$		$\Delta=0,3$		$\Delta=-3,7$	

місяців дані з цього датчика не будуть передаватись. При кабельному з'єднанні такої проблеми не виникало б. Система дозволяє контролювати стан батареї та попереджує про необхідність її заміни при втраті більше 80 % рівня заряду. Також є труднощі із нестабільним сигналом датчика в північній вежі Собору через віддаленість від базової станції і складну архітектурну форму самої вежі. При розширенні системи в цій частині Собору необхідно встановити додатковий репітер.

Середні показники температури та вологості повітря в холодну та теплу пори року різняться як між поверхами, так і між центральним ядром та «периферією». Різниця Δ в показниках може сягати в температурі до 2,5°C та 7 % у відносній вологості (див. табл. 1, 2).

Такі показники обумовлені, як уже було сказано, особливостями опалювальної та конструктивної систем Собору [3], великою інертністю споруди, коли її центральне ядро дуже повільно, у порівнянні з «периферією», нагрівається влітку, та навпаки вихолоджується восени.

Отримані результати АСМ свідчать, що показники температури і вологості добре корелюються із значеннями старих датчиків, є спадкоємність результатів, аналіз яких дозволив розробити проєкт опалення, вентиляції та кондиціонування Собору в сучасних умовах у 2020 році.

Протягом періоду моніторингу в приміщеннях Софійського собору температура та відносна вологість повітря значну частину часу перевищують встановлені межі; вміст вуглекислого газу виходить за встановлені межі при збільшенні кількості відвідувачів, особливо в період проведення масових заходів у Соборі (наприклад, під час отримання Томосу Православною Церквою України, інтронізації Київського Митрополита). Це вимагає регулювання параметрів мікроклімату за допомогою сучасного

обладнання, отже, розвитку АСМ Собору до автоматичної системи моніторингу та управління (АСМУ), необхідність якої регулюється низкою чинних будівельних норм і стандартів України.

ДЖЕРЕЛА

1. Инструкция по учету и хранению музейных ценностей, находящихся в государственных музеях СССР. Москва : Мин.культуры СССР, 1984. 146 с.

2. Науково-виробничий комплекс «Клімат». Звіт про науково-дослідну роботу «Розробка науково-обґрунтованої концепції температурно-вологісного режиму Софійського собору в ув'язці з системами заміру параметрів мікроклімату». Київ, 2004. 92 с.

3. Довгалюк В.Б., Комаренко О.І., Митківська Т.І. Мікроклімат музейних приміщень. Методичний посібник, Київ : Арганія Нова, 2006. 111 с.

Molochkova N.M., Nishchuk L.O., Hirak P.O. Experience of microclimate monitoring in St. Sophia Cathedral

You can't fix what you can't measure and that's particularly true for environmental and cultural management and preservation. Controlling the microclimate of monuments – religious buildings is important for their preservation in an urban environment. Monitoring based on modern information technologies is a user-friendly virtual diagnosis tool, equipping the users so that they can make intelligent and timely strategic decisions. The article is devoted to technical and methodological problems of creation and operation of the automated system of monitoring of a microclimate in St. Sophia Cathedral of the National Conservation Area «St. Sophia in Kyiv», and experience of their excision.

The first system of automated data collection was installed in the cathedral in 1999. In 2004, the system was upgraded and expanded to one level with digital sensors. Attempts have been made to use wireless communication indoors with a complex architectural form. Unfortunately, this method of connection was ineffective at the time. Based on the monitoring results, several studies were conducted on the dynamics of changes in the parameters of the air environment of the Cathedral in the cold, transitional and warm periods of the year, the temperature distribution on the inner surfaces of enclosing structures, lighting and air movement. Over time, the development of information technology has required a radical technical update of the existing AFM in the cathedral.

At the end of 2018, SOLITON LLC installed a new microclimate control system in the Cathedral (temperature and relative humidity of indoor air, lighting, air velocity, carbon dioxide concentration). This wireless sensor data acquisition system can be expanded and new sensors added if the number of monitored parameters needs to be increased. The measured values of the microclimate parameters are transmitted from the sensors to the base station via a radio channel at a frequency that allows for more noise-tolerant communication, as well as to reduce the impact of the internal structures of the Cathedral on the radio signal quality. The system has been successfully tested, ensures the continuity of monitoring re-

sults, has significant advantages and disadvantages, needs to be developed to predict the development of changes and regulate the parameters of the microclimate. The experience of operation and development of automated monitoring system in an ancient unique architectural monument can be useful for the widespread introduction of automated monitoring system in museums of Ukraine.

Key words: architectural monument, microclimate, monitoring, sensors, automated system, control.

REFERENCES

1. Instruktsiya po uchetu i hraneniyu muzeynyh tsnnostey, nahodyashihhsya v gosudarstvennyh muzeyah SSSR (1984) [Instruction on accounting and storage of museum valueables located in state museums of the USSR]. Ministry of Culture of the USSR, Moscow. [in Russia].
2. Arkhiv viddilu NZSK. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu (2004) Rozrobka naukovo-obhruntovanoi kontseptsii temperaturno-volohisnogo rezhymu Sofiiskoho soboru v uviaztsi z systemamy zamiru parametriv mikroklimatu. [Climate Research and production complex «Climate», «The development of a scientifically based concept of the temperature and humidity mode of St. Sophia Cathedral in conjunction with systems of measuring microclimate parameters»], Kyiv : Naukovo-vyrobnychiy kompleks «Klimat». [in Ukrainian].
3. V.B. Dovhaliuk, O.I. Komarenko, T.I. Mytkivska (2006). Mikroklimat muzeinykh prymishchen. Metodichnyi posibnyk [The microclimate of museums. A methodical colleague], Kyiv : Artaniia Nova. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 01.03.2021 р.
Рекомендована до друку 28.04.2021 р.



УДК 504.064.3(477-25)

І.А. Черевко

МОНІТОРИНГ РОЗВИТКУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТЕРИТОРІЇ КИЄВО-ПЕЧЕРСЬКОЇ ЛАВРИ: ДОСВІД, ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ, ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ

Одним із головних факторів деформації пам'яток на території Києво-Печерської лаври є розташування їх в зсувонебезпечній зоні та підтоплення внаслідок зміни гідрогеологічних умов. Здійснення систематичного контролю за розвитком небезпечних геологічних процесів та технічним станом пам'яток – найкращий спосіб попередження розвитку деструктивних процесів. З 2009 року започатковано проведення візуальних спостережень за деформаціями денної поверхні (розвитком небезпечних процесів), інструментальних за рівнями ґрунтових вод, динамікою розвитку деформацій будівель і споруд (сигнальні гіпсові маяки) тощо. У даній роботі висвітлені результати моніторингу процесів просідання та зсувних на проблемних ділянках території Заповідника (Дальньопечерний та Близньопечерний пагорби, Оглядовий майданчик Верхньої лаври тощо). Виконані додаткові геофізичні дослідження проблемних ділянок дозволили підтвердити припущення про активізацію зсувних процесів на північному схилі Дальньопечерного пагорба та визначити чинники виникнення просідань денної поверхні.

Ключові слова: Києво-Печерська лавра, моніторинг, небезпечні процеси, зсуви, просідання, підтоплення.

Територія Національного заповідника «Києво-Печерська лавра» займає значну площу і охоплює різні геоморфологічні, інженерно-геологічні елементи. Розвиток негативних природних (просадочних, зсувних, суфозійних,

підтоплень) та техногенних процесів (витоки з мереж, вібраційне навантаження тощо) впливає на стан збереження пам'яток, в т. ч. і підземних.

Характерними деформаціями будівель і споруд є тріщинотворення, перезволоження елементів конструкцій, нерівномірне осідання частин споруд, деструкція оздоблювального шару тощо та головні чинники, що до них призводять (зсувні процеси, ерозія, суфозія, перезволоження). Нами ще у 2018 р. виконане зонування території Заповідника за розвитком та поширенням небезпечних екзогенних геологічних процесів [1]. За кількістю проявів екзогенних процесів на території Києво-Печерської лаври та характером їх впливу на стан пам'яток найбільше поширення мають процеси прихованого підтоплення (42 пам'ятки), друге-третє місце поділяють процеси просідання (17) та зсувні (17), далі – явне підтоплення (12) та суфозія (10). Визначальними чинниками розвитку всіх процесів є перезволоження ґрунтового масиву, викликане різними факторами: як природними, так і техногенними. Основними засобами попередження цих процесів є ретельно виконані роботи з благоустрою навколишньої території, особливо водовідведення (як ґрунтових, так і поверхневих вод), реконструкція інженерних мереж.

Процеси, які відбуваються у ґрунтовому масиві, досить важко відслідкувати візуальними методами (особливо зсувні та підтоплення), тому вкрай важливим є обладнання зсувних ділянок створами інклінометричних свердловин (принаймні там, де ознаки активізації зсувних процесів візуалізуються опосередковано та підтверджені геофізичними дослідженнями (Дальньопечерний пагорб), потенційні ділянки підтоплення – додатковими гідрогеологічними спостережними свердловинами (Гостинний двір, схили Лаврського яру тощо). Важливими є і попередні дослідження – геофізичні, інженерно-геологічні, які на рівні лише підозри на розвиток тих чи інших процесів (прояву неявних ознак) дозволяють підтвердити припущення. Адже прояви деформації денної поверхні і пам'яток – кінцева стадія процесу, своєрідні симптоми хвороби, що криється у тілі природно-техногенної системи (ї розвивається протягом тривалого часу). Найкращий спосіб лікування, тобто успішне вирішення питання збереження пам'яток, – попередження хвороби, а саме здійснення систематичного контролю за їх технічним станом.

На жаль, це доволі вартісні роботи. І це одне з проблемних питань якісного моніторингу історичних ландшафтів, вирішення якого сьогодні «лягає на плечі» керівництва заповідників, бо держава в обличчі Міністерства культури та інформаційної політики України обмежена в коштах, а подекуди «функціонери від культури» навіть не розуміють важливості проведення спостережень, направлених на попередження небезпечних процесів. У таких умовах доводиться покладатися лише на власний досвід (здобутий за роки праці на одному й тому ж місці) та на небайдужість (здоровий глузд) керівництва, а доволі часто і на власний авторитет у спробі винайти кошти на необхідні дослідження. Це системна проблема багатьох заповідників, особливо якщо їхній архітектурний ансамбль «вписана