

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 Russian].
2. Arkhiv viddilu NZSK. Zvit pro nauково-doslidnu robotu (2004) Rozrobka nauково-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 pryмышchen. Metodychnyi 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 тріщиноутворення, 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

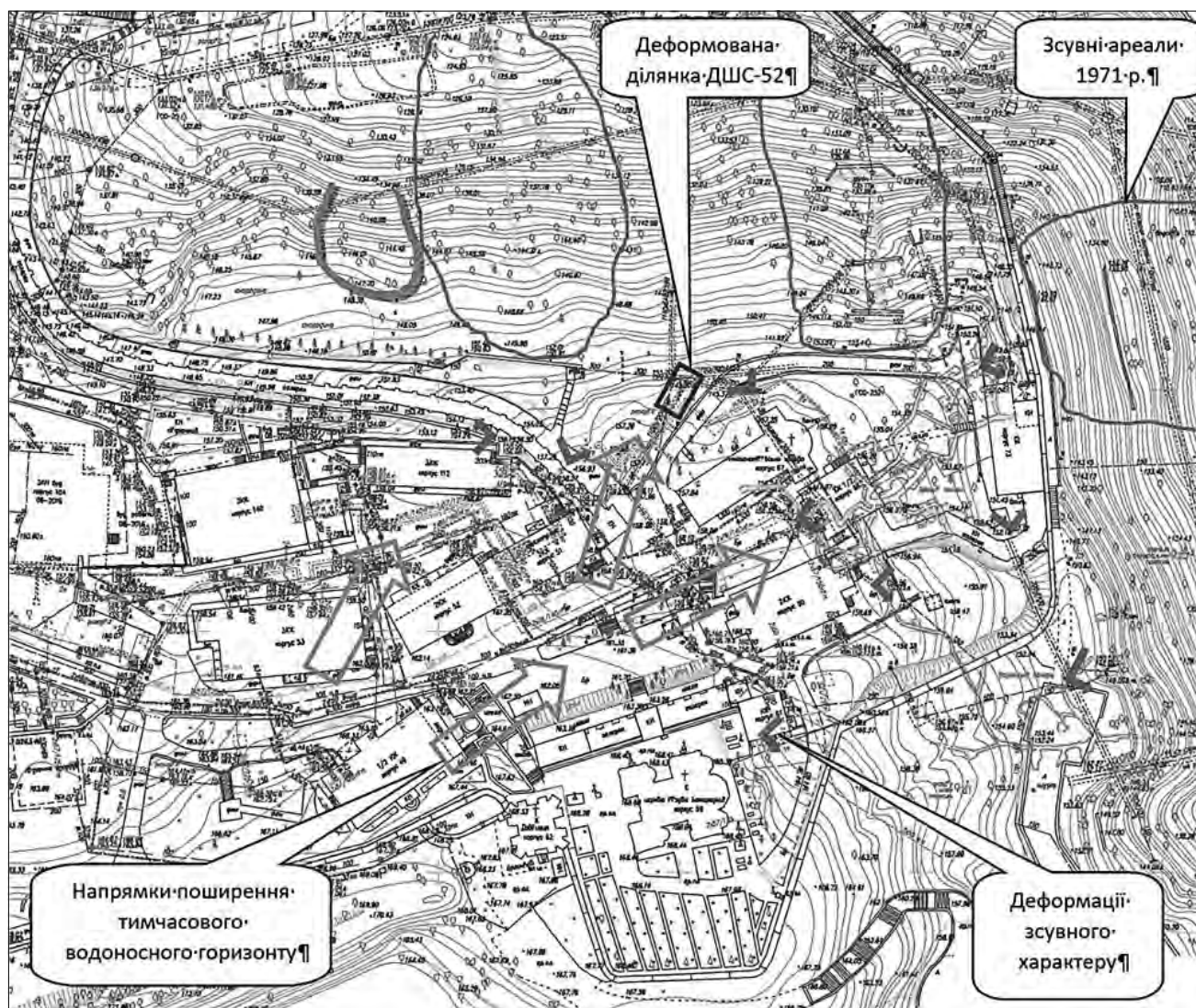


Рис. 1. Поширення деформацій зсувного характеру на території Дальньопечерного пагорба

ний» у складний ландшафт, штучно перетворений за багатовікову історію його існування.

Однак, незважаючи на вищевказані проблеми, на території Національного заповідника «Києво-Печерська лавра» спостереження та деякі дослідження все ж таки проводяться. Нами ще у 2009 році 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 зсувних процесів та просідання на проблемних ділянках території Заповідника.

Моніторинг небезпечних процесів на проблемних ділянках території Заповідника. В останні роки внаслідок відносно сприятливих погодних умов (безсніжні зими, незначна кількість опадів тощо) суттєвої активізації процесів деформації денної поверхні та прояву небезпечних

процесів на території Заповідника не зафіксовано. Лише на окремих ділянках, де деструктивні процеси носять характер «аккумулятивних» (або пролонгованих, з кожним роком накопичуються), спостерігався їх прояв.

Активізація зсувних процесів на Дальньопечерному пагорбі. Північний схил Дальньопечерного пагорба – давня арена зсувних зрушень, з крутим нахилом у бік тальвегу Лаврського яру. У 1971–1973 рр. на північному схилі сталися три зсуви, якими було пошкоджено верхню частину корпусу № 72 та знесено біля 100 м Оборонної стіни (ділянка № 6, корпус № 93). В останнє десятиліття на денній поверхні та спорудах, розташованих на пагорбі, а також у Дальніх печерах, розташованих у ґрунтовому масиві пагорба, фіксуються деформації зсувного характеру – тріщини відколу у замощенні, нахил ліхтарних стовпів, тріщини зі зміщенням у будівлях та печерних галереях (рис. 1). Локалізація деформацій у спорудах, на поверхні, печерах дозволяє припустити розвиток глибинного зсуву на території пагорба.

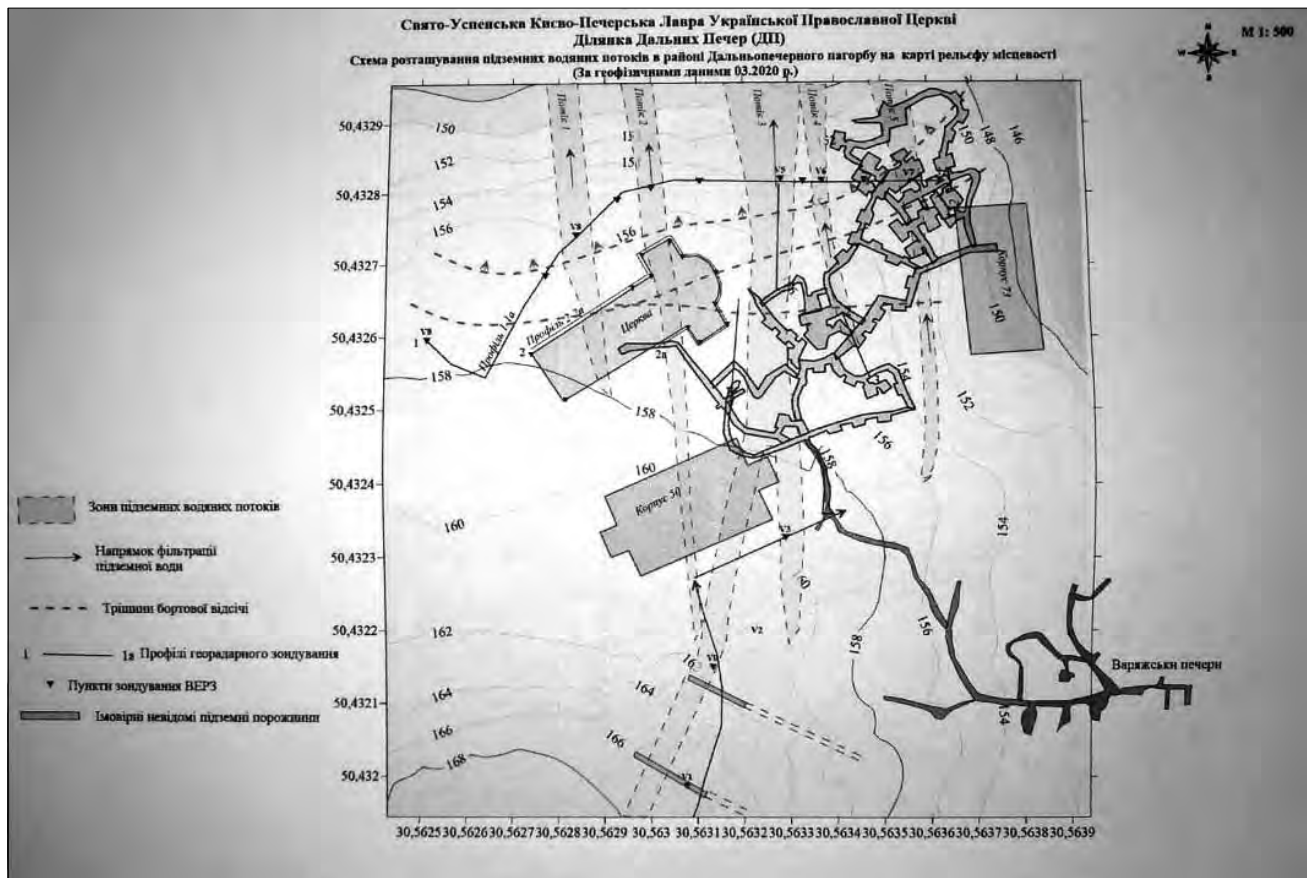


Рис. 2. Геофізичні дослідження території Дальньопечерного пагорба (формування тріщин бортової відсічі, поширення водних потоків)

Підтвердження цього припущення ми отримали у липні 2019 року – у дренажній штольневій системі ДШС-52, розташованій у ґрунтовому масиві північного схилу Дальньопечерного пагорба, нижче корпусу № 67, «повело» залізобетонне кріплення. Було зафіксовано суттєву деформацію бокових та верхніх горизонтальних залізобетонних кріплень на ділянці довжиною біля 2-х метрів. Бокові стояки повністю завалилися, деякі змістились у середину штольні на 30–40 см, верхні – на 20–30 см, зв'язок між ними порушився, окремі перемички випали взагалі. Дані деформації спричинені зрушенням ґрунтового масиву на глибині біля 6 м, вірогідно, внаслідок активізації зсувних процесів, в т. ч. глибинних зсувів. Конструктивні тріщини у сходовій галереї Дальніх печер на глибині 7 м від денної поверхні, зафіксовані ще у 2013 році, підтверджують дане припущення.

З метою визначення чинників, що призвели до порушення ДШС-52, у березні 2020 р. НВП «ГЕОПРОМ» за нашими рекомендаціями та на замовлення Свято-Успенської Києво-Печерської лаври були виконані геофізичні дослідження північного схилу Дальньопечерного пагорба [2], які підтвердили наявність формування т. зв. «бортової відсічі» – тріщин, уздовж яких можливе зсувне зрушення ґрунту по визначеній поверхні ковзання (рис. 2). За даними досліджень, потужність ґрунтів зсувної зони становить 4–5 м; поверх-

нею ковзання є кривля глин, яка має еродовану поверхню; окрім того визначено, що по ерозійних улоговинах у товщі глин формуються потоки ґрунтових вод (рис. 3).

Як видно з рис. 2, тріщини бортової відсічі сформувались у напрямку захід-схід, паралельно до північного схилу Лаврського яру, у тілі розподільного мису між зсувними Лаврським та Запечерним яром. Імовірно зрушення ґрунтового масиву призведе до деформації конструкції Зачаттівської церкви – пам'ятки архітектури національного значення. Саме у місці, де вірогідні тріщини бортової відсічі проходять під будівлею, зафіксовані суттєві деформації її конструкції – серія горизонтальних тріщин у внутрішній стіні. Однак, без спеціально обладнаних точок інструментальної фіксації процесів одними лише візуальними спостереженнями стверджувати, що чинниками означених деформацій є саме активізація зсувних процесів, некоректно. Тому для уточнення зони розвитку зсувних ареалів та попередження в майбутньому зсувних зміщень необхідно обладнати на території північного схилу Дальньопечерного пагорба мережу інклінометричних свердловин та розширити мережу гідрогеологічних спостережних.

Постійним моніторингом *Ближньопечерного пагорба* зафіксовані непрямі ознаки деформування зсувного характе-

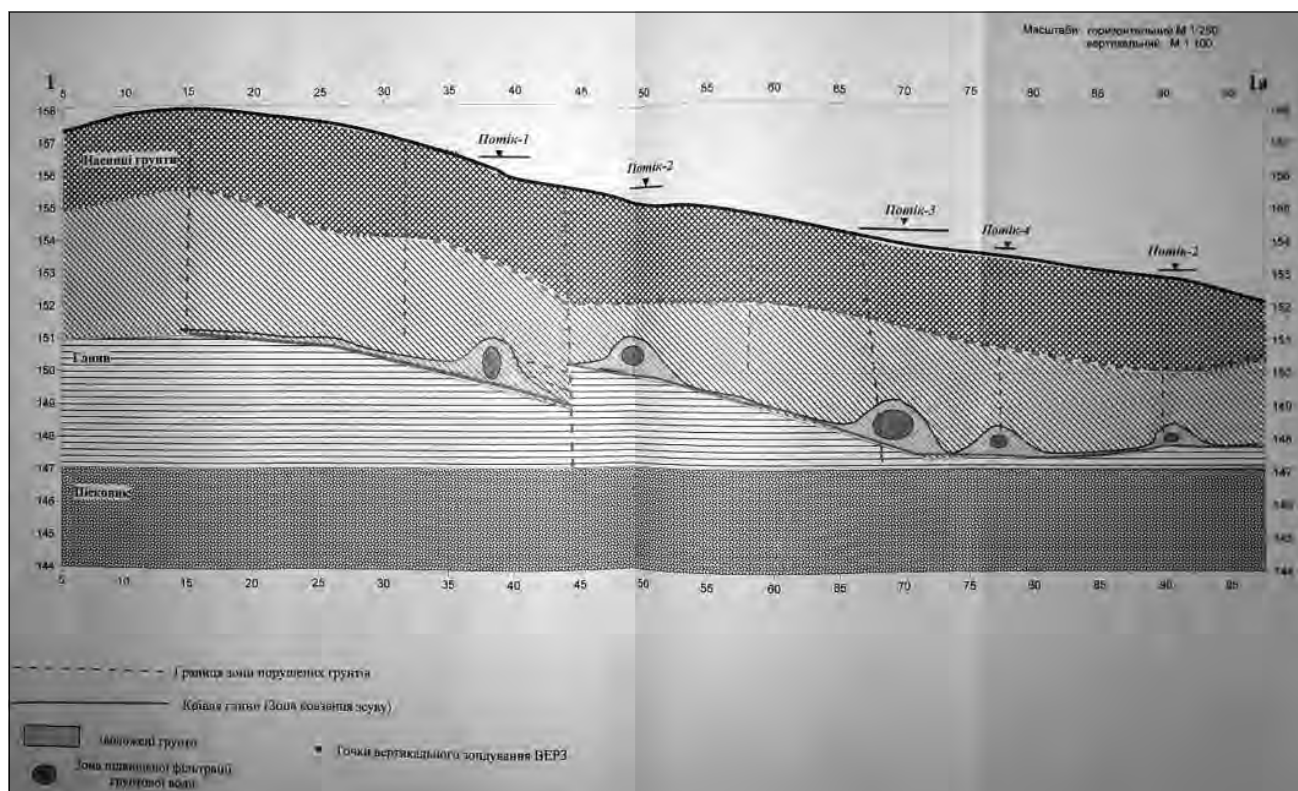


Рис. 3. Геофізичні дослідження території Дальньопечерного пагорба (поперечний перетин георадарного сканування, поширення водних потоків)

руденної поверхні. Територія Ближньопечерного саду, з доволі крутим нахилом у бік Дніпра та тальвегу Лаврського яру, з розташованими на ньому пам'ятками архітектури, в т. ч. і національного значення (корпуси № 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 48), та значною кількістю інженерних споруд (підпірні стіни, дренажі, водовідводи), принаймні з середини XVII ст. потерпала від розвитку зсувних процесів [3].

Восени 2019 року виявлено деформації зсувного характеру будівель та споруд інженерного захисту території: утворення та розкриття горизонтальних тріщин до 1–1,5 см у тілі підпірних стінок уздовж північного та західного фасадів корпусу № 44, у підпірних стінах уздовж корпусів № 41, 36, 48, 48 а; «нахил» спостережних свердловин, оголення реперів, утворення тріщин заколу на денній поверхні; розкриття зашпарованих тріщин у корпусі № 37, відремонтованого у квітні того ж року; значно розширились конструктивні тріщини у контрфорсах Дзвіниці на Ближніх печерах (корпус № 38) тощо.

Деформаційні процеси на даній території фіксуються постійно, враховуючи особливості рельєфу, високий рівень залягання ґрунтових вод (2–4 м від денної поверхні, у період сніготанення – 0,5–1,5 м [4]), інженерно-геологічну будову території (глини з глибини 0,5–2,0 м).

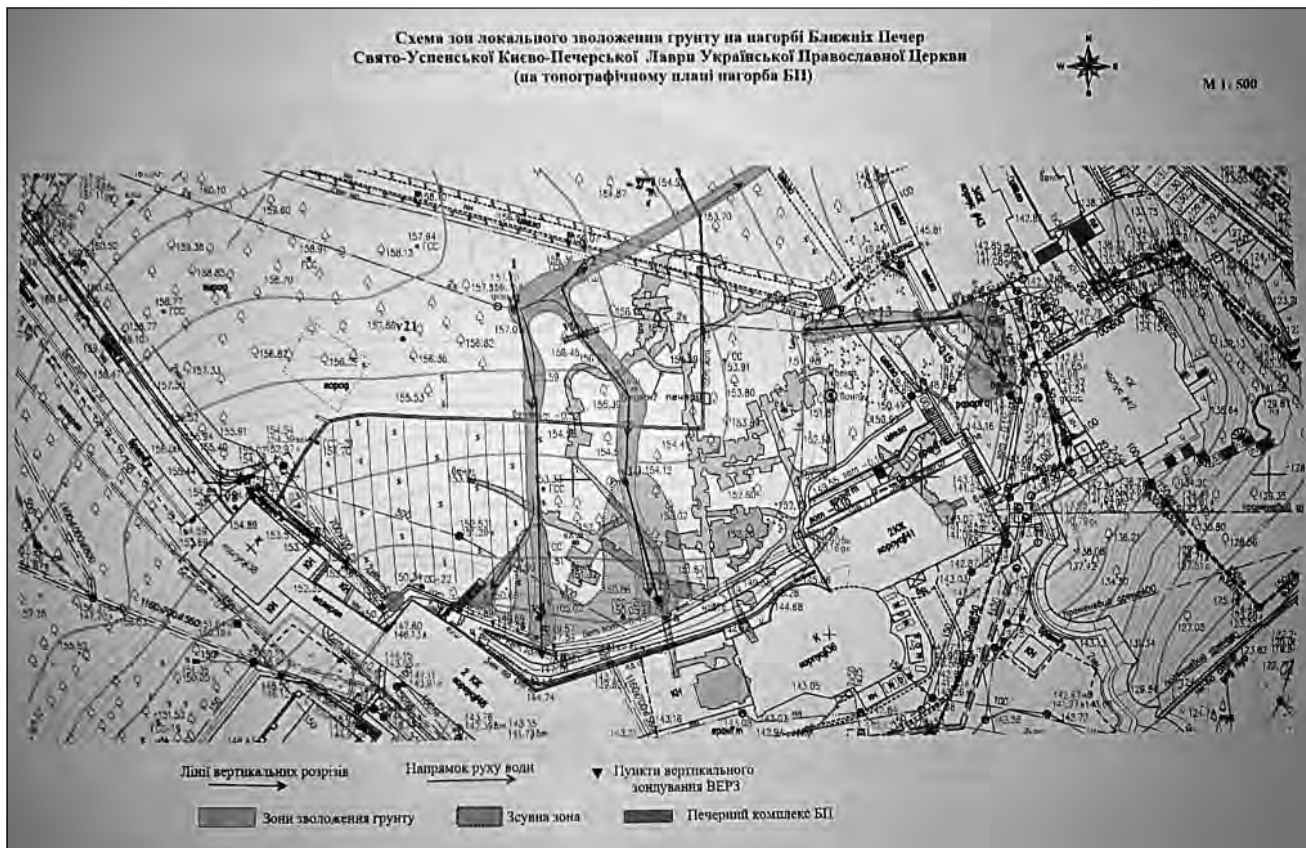
Слід відзначити, що активізація деформаційних процесів носить зазвичай сезонний характер. У результаті багаторічного моніторингу визначено, що активізація процесів приурочена до перезволоження ґрунтового масиву,

причому власне деструктивні процеси можуть активізуватись на рік-два пізніше. На сьогодні ряд непрямих ознак указують на приховані чинники більш масштабних деформаційних процесів («зрізана» у 2016 році на глибині близько 4 м вентиляційна труба з відгалуження Біснуватих у Ближніх печерах, «нахил» свердловини, «видавлювання» верхньої частини підпірної стіни тощо).

Враховуючи наявність у товщі ґрунтового масиву комплексу Ближніх печер, у жовтні 2020 р. коштом Свято-Успенської Києво-Печерської лаври було виконано геофізичні дослідження східної частини території саду Ближніх печер (рис. 4, 5) [5]. Геофізичними дослідженнями підтверджено, що активізація тріщиноутворення у підпірних стінах уздовж корпусів № 36, 48 та 48а пов'язана з активізацією зсувних процесів, які, в свою чергу, приурочені до зон локального зволоження ґрунтів.

У середній частині пагорба зона зволоження розташована на незначній глибині – 1,5–2,0 м, потужність її становить 0,5–1,0 м. Нижче по схилу водний потік (тимчасовий або техногенний) досягає поверхні глинистої товщі (а. в. 150 м), по покрівлі яких виникає т. зв. «дзеркало ковзання» і утворюється зона зсуву, що примикає до підпірної стіни світлового прорізу (уздовж корпусу № 48). На поверхні зсувної зони утворилися тріщини і невеликі відколи ґрунту.

З одним із локальних водних потоків пов'язане і замкнення вихідної галереї з Ближніх печер. Слід відзначити, що у період 2005–2014 рр. печерні комплекси потерпали



**Рис. 4. Геофізичні дослідження території Ближньопечерного пагорба
(поширення зон локального зволоження ґрунтів (водні потоки та зсувних))**

від підтоплення інфільтраційними водами, які надходили до печер усталеними шляхами у вигляді рукавів-потоків [4]. Після влаштування у листопаді 2014 року першої черги горизонтального променевого дренажу (у верхній частині саду) гідрогеологічна ситуація суттєво покращилась: знизилась рівні ґрунтових вод (далі – РГВ) у південно-західній частині саду; під час інфільтрації опадів підйом рівнів у свердловинах, розташованих у цій частині саду, був незначним. Уведення в дію дренажу стабілізувало гідродинаміку водних потоків, режим набув стабільності (з часом наблизився до стаціонарного) – зменшилась річна амплітуда коливань рівнів ґрунтових вод. У 2016–2017 рр. влаштовані розвантажувальні отвори (чотири) у підпірній стіні світлового прорізу вздовж північного фасаду корпусу № 48. На сьогодні вони працюють протягом 1–3 місяців – під час сніготанення та періоду довготривалих опадів. Отвори ефективно відбирають воду з вузьких улоговин, по яких тимчасовий водоносний горизонт розповсюджується в бік печерного поля і затримується підпірною стіною світлового прорізу. Отже, катастрофічні замокання галерей Ближніх печер, розташованих у товщі ґрунтового масиву, припинилися.

Загалом, за результатами спостережень за рівнями ґрунтових вод, витратами дренажів та технічним станом Ближніх печер, зі значною вірогідністю можна припустити, що аварійні ситуації, які сталися у печерах у травні

2005 та березні 2012 років (обрушення галереї та аварійний витік води), були спровоковані надходженням потоків техногенних вод із території Верхньої лаври одночасно з утворенням тимчасового водоносного горизонту за рахунок сніготанення (сніжні зими). Влаштований у верхній частині саду промєневий дренаж повністю «відрізав» надходження техногенних вод на територію саду Ближніх печер, і гідрогеологічна ситуація стабілізувалась.

За результатами проведених геофізичних досліджень рекомендовано виконати додаткові розвантажувальні отвори у підпірній стіні світлового прорізу уздовж корпусу № 48 у місцях «примикання» до неї зон зволоження та зсувних. Відмічено, що після влаштування перших розвантажувальних отворів зони зволоження зменшились (у порівнянні з 2008–2014 рр. [4, 6]), частково зникли явні ознаки прояву зсувних процесів.

Упродовж 2018–2020 рр. спостерігається активізація процесів просідання замощення зі *східної сторони Воскресенської церкви*. Вона розміщена в центрі замкнутого замощеного клінкерною цеглою подвір'я, яке обмежене по периметру: з південного, північного та західного боків – рядом будівель підсобного призначення (флігелями), зі східного боку – цегляною огорожею, що є верхньою частиною ділянки № 3 Оборонної стіни навколо Ближніх і Дальніх печер. Водовідведення з ділянки забезпечене вертикальним

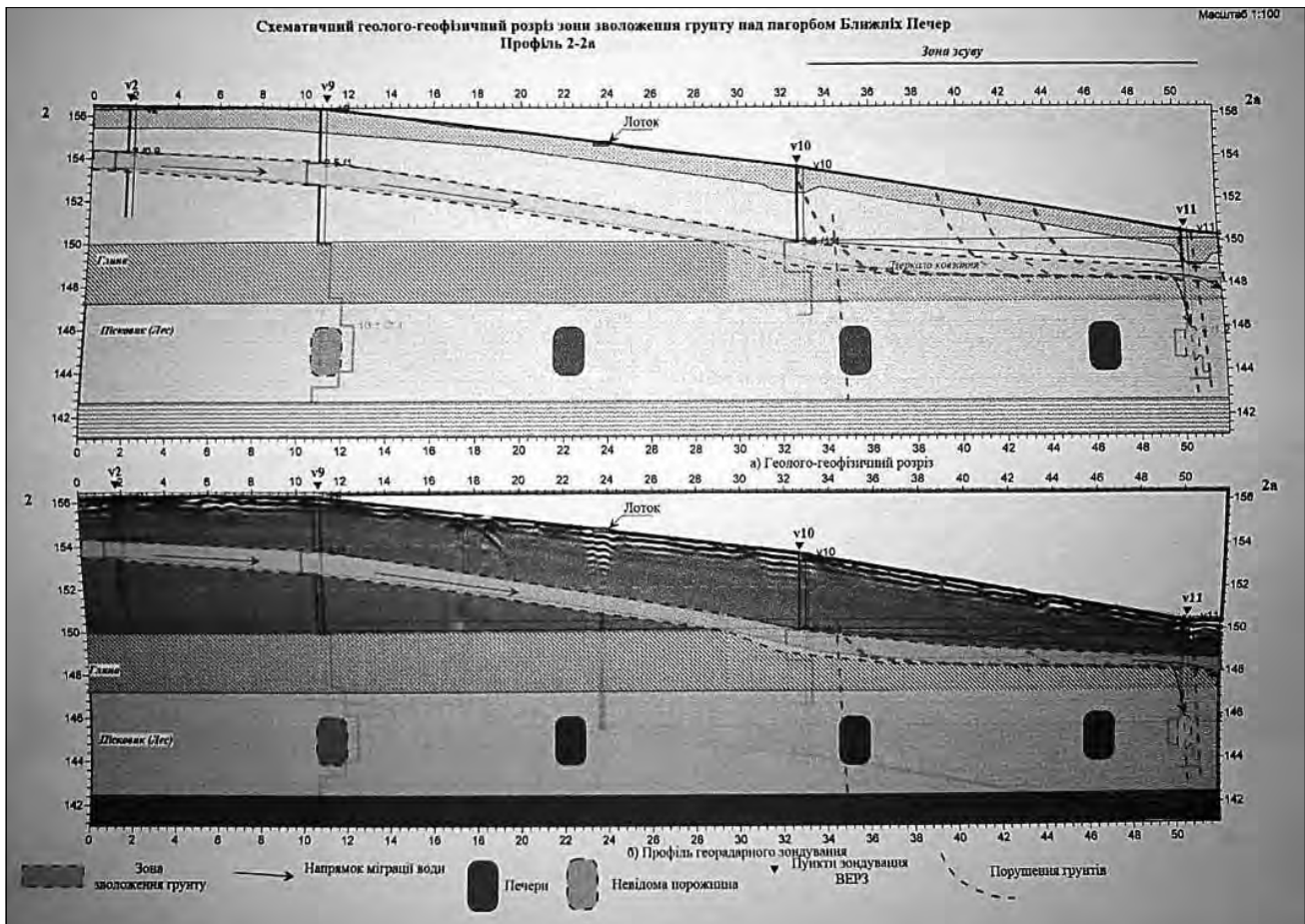


Рис. 5. Геофізичні дослідження території Близньопечерного пагорба (схематичний розріз зон зволоження ґрунтів)

плануванням денної поверхні.

Деформації замощення зафіксовані в місцях неодноразових аварійних витоків із інженерних мереж (остання масштабна аварія сталася 11.04.2018 р. на гілці тепломережі, що проходить уздовж північного фасаду церкви). Було зафіксоване затоплення теплокамери з північної сторони церкви та виток гарячої води у вигляді джерел з-під мурування із зовнішньої сторони цегляної стіни (корпус № 93) у її підніжжі навпроти вівтарної частини церкви. Постійні витрати з мережі з подальшим потраплянням їх у ґрунтовий масив призвели (і продовжують призводити) до активізації процесів просідання замощення та його деформації. Сприяє цьому ж процесу і недосконалість системи водовідведення.

Аномальні зливи, які випадали влітку 2020 року, призвели до подальшої активізації процесів просідання – у межах ділянок просідання акумулюються атмосферні опади (до 2 м³). З початку жовтня 2020 року фіксується підйом рівнів у спостережних свердловинах, розташованих на території Гостинного двору Нижньої лаври (ГСС-104, ГСС-14) та прилеглій брівці схилу Печерського лесового плато (ГСС-103, на схід від Воскресенської церкви). Підйом РГВ пов'язаний із довготривалою інфільтрацією атмосферних опадів, спричинених акумуляцією поверхневого стоку під час злив у трав-

ні-червні 2020 р. у дворі Воскресенської церкви в локальних пониженнях деформованого клінкерного замощення. Інфільтрована вода лише через два місяці (швидкість інфільтрації узгоджується з коефіцієнтом фільтрації лесових ґрунтів) досягла дзеркала ґрунтових вод; і надалі розпочався підйом РГВ та розтікання водного потоку до місць розвантаження (вниз по схилу до тальвегу Лаврського яру).

На користь підйому РГВ за рахунок довготривалої інфільтрації акумульованої води свідчить подальший спад РГВ у свердловинах, розташованих на території Верхньої лаври. Підйом РГВ у ГСС-103 у січні 2021 р. досяг величини 1,4 м; вода знаходиться у лесових просадних ґрунтах, які при перезволоженні мають здатність до просідання. Під час подальшого спаду РГВ можливе їх ущільнення, що призведе до осідання ґрунтів в основі пам'яток (а це і аварійна ділянка № 3 Оборонної стіни навколо Близьких та Дальніх печер, і власне Воскресенська церква) та активізації деформацій.

Таким чином, недосконалість водовідведення та аварійні витокі сприяють:

- перезволоженню ґрунтового масиву, у т. ч. підтопленню фундаментів будівель та просіданню лесових ґрунтів в їх основі (що вже призвели до деформацій і будуть сприяти подальшим);

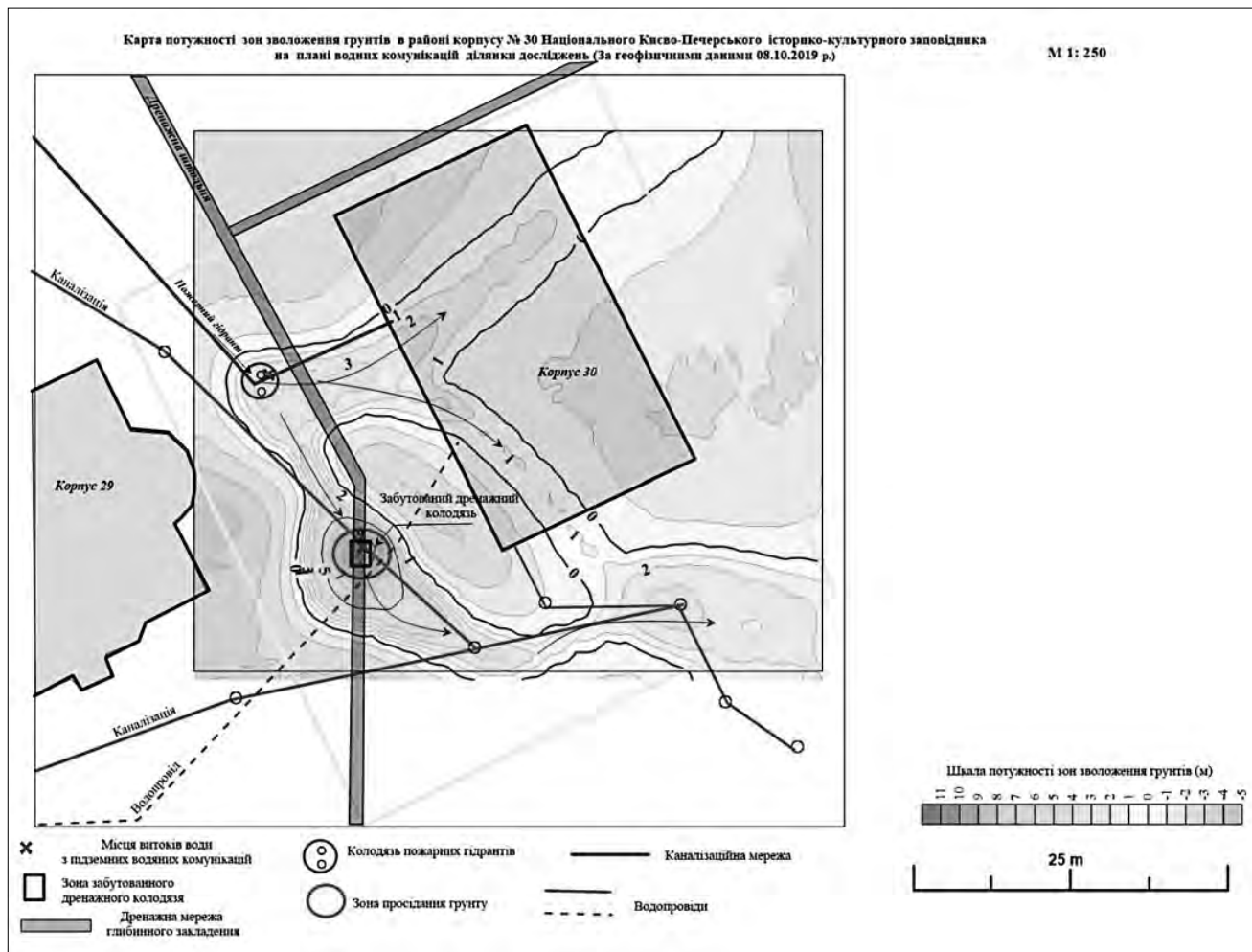


Рис. 6. Зони зволоженості ґрунтів Оглядного майданчика за геофізичними даними [6]

- обрушенню аварійної ділянки № 3 корпусу № 93 – Оборонної стіни навколо Ближніх та Дальніх печер (на даний час ділянка перебуває у критичному стані: тріщини, деструкція лицьового шару мурування з осипанням тощо); утворення деформацій викликане нерівномірним осіданням ґрунтів основи внаслідок їх перезволоження;

- потенційному підтопленню будівель та споруд Гостинного двору Нижньої лаври.

Розв'язання проблеми потребує комплексного підходу: необхідно вирішити питання благоустрою та відведення поверхневих вод із двору Воскресенської церкви, а також реконструювати інженерні мережі.

Оглядовий майданчик Верхньої лаври. У центральній частині майданчика ще у серпні 2019 року було зафіксовано прояви активізації деформаційних процесів замощення у вигляді повторного просідання денної поверхні (діаметром до 6 м, глибиною до 0,25 м) з утворенням концентричних тріщин та деструкції покриття з асфальтобетону та бетону на локальних ділянках.

Деформація замощення утворилася в межах периметра провалу денної поверхні, ліквідованого у 2006 р. Слід зазна-

чити, що територією майданчика прокладено гілки інженерних мереж (водогін, каналізація, тепло тощо), стан яких не є задовільним. Стан замощення незадовільний: наявні численні просідання, системи тріщин, проростання самосійної рослинності. Під час церковних свят територія майданчика використовується для паркування автотранспорту.

Таким чином, деформації замощення на локальних ділянках відбуваються через нерівномірне осідання просадних ґрунтів основи (у тому числі насипних), у результаті їх ущільнення внаслідок інфільтрації поверхневих вод та аварійних витоків із мереж та під впливом періодичного динамічного навантаження від руху автотранспорту на майданчику.

Для визначення чинників у жовтні 2019 року НВЦ «ГЕОПРОМ» на замовлення Заповідника були виконані геофізичні дослідження території (рис. 6, 7) [7]. В результаті досліджень у районі місця просідання замощення визначена локальна зона значного перезволоження ґрунтів в інтервалі глибин від 1,4 до 11,0 м (а. в. від 182,6 до 173,0 м), встановлено наявність локальної зони насипних ґрунтів із поверхні до глибини 10,5 м (а. в. 173,5 м), з глибини 10,5 м і до «тіла» дренажної системи ДШС-28 визначаються насип-

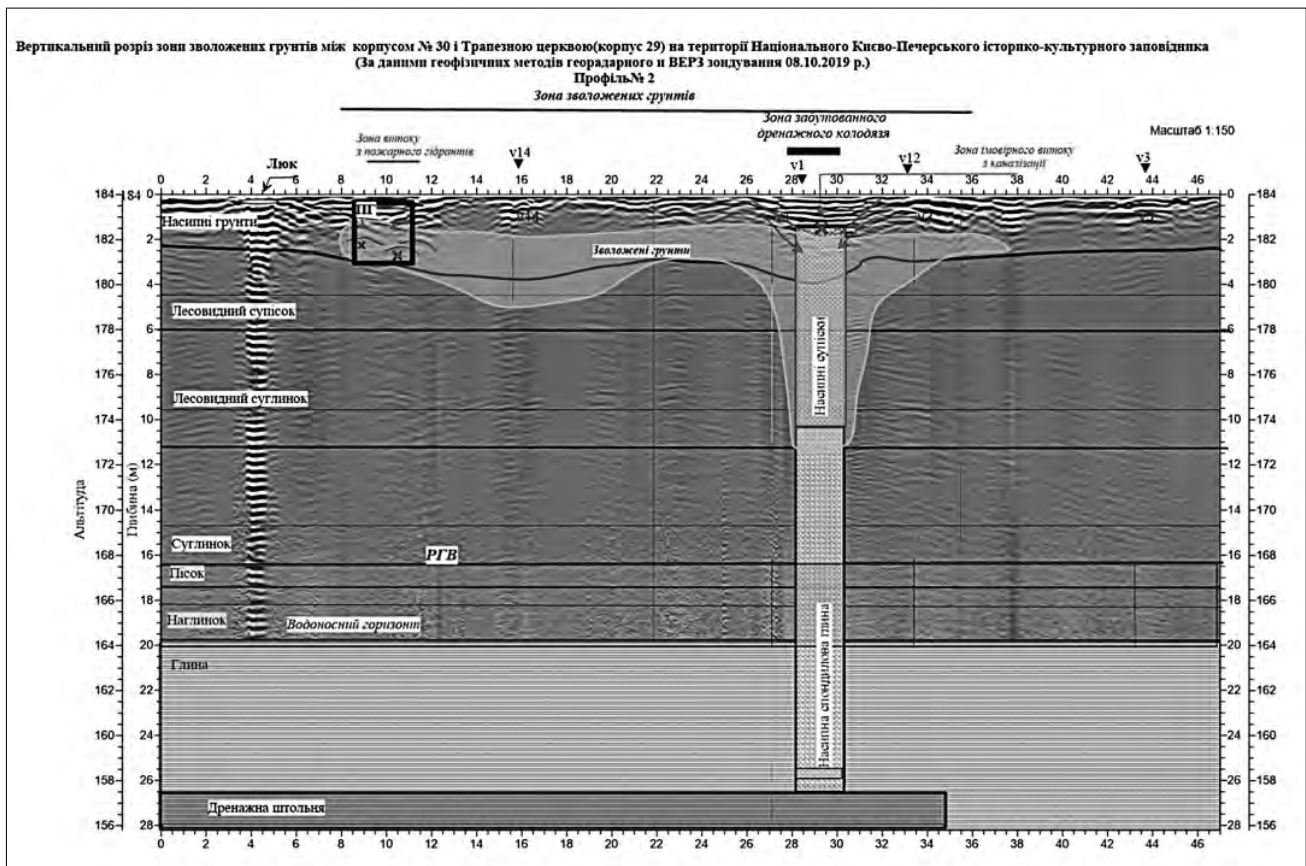


Рис. 7. Дані вертикального зондування по профілю № 2 через зону просідання ґрунту на Оглядовому майданчику

ні ґрунти глинистого складу (т. зв. київський мергель). На рис. 7 надано вертикальний розріз зони зволоження ґрунту, утворення якої може бути пов'язане з ліквідованим засипкою дренажним колодязем, що виконував роль технічного під час заміни дерев'яних кріплень дренажу на бетонні у 1970-х роках. Засипка колодязя від кривлі штольні до відмітки 173,5 м була виконана глинами, яка використовувалась для герметизації колодязя від інфільтрації ґрунтових та атмосферних вод. Вище колодязь засипався супісками, суглинками та іншими рихлими ґрунтами. При потраплянні води в зону насипного ґрунту у тілі ліквідованого колодязя розпочались процеси ущільнення та просідання. Також встановлено, що вода в цю зону потрапляла і з витоків з пожежних гідрантів. Пізніше, імовірно, відбулося часткове пошкодження каналізації, що проходить через зону просідання ґрунту, яке і спричинило повторне просідання ґрунту.

Тобто, головним чинником осідання та провалу замоцнення на Оглядовому майданчику є осідання насипних ґрунтів по тілу забученого технічного колодязя внаслідок перезволоження. У зону просідання вода потрапляла в результаті імовірних аварійних витоків із мереж (водогін, тепломережа), пожежного гідранта і каналізаційної мережі. Провал ліквідовано КП СУППР у жовтні-листопаді 2019 року.

За схемою зсувних територій Печерського району м. Києва [8] майже половина території Заповідника перебуває у

зсувонебезпечній зоні. Враховуючи складні геоморфологічні та інженерно-геологічні умови, у ґрунтовому масиві постійно відбувається активізація небезпечних геологічних процесів (зсувні, суфозійні, ерозійні, підтоплення тощо), спричинених як природними, так і техногенними факторами. Незважаючи на те, що найбільше поширення мають процеси прихованого підтоплення, процеси просідання та зсувні завдають пам'яткам найзначнішої руйнації.

Визначальними чинниками розвитку цих процесів є перезволоження ґрунтового масиву, викликане різними факторами: як природними, так і техногенними. Основним засобом попередження їх є ретельно виконані роботи з благоустрою навколишньої території, особливо водовідведення (як ґрунтових так і поверхневих вод), реконструкція інженерних мереж.

За результатами моніторингу території Заповідника та проведених геофізичних досліджень на окремих ділянках розроблено проекти відведення ґрунтових вод із території Дальнопечерного пагорба, поверхневих вод із території двору Воскресенської церкви з одночасною реконструкцією інженерних мереж, прийняте рішення про влаштування додаткових розвантажувальних отворів у підпірній стіні світлового прорізу вздовж корпусу № 48. Укріплення схилів і навіть розробка проєкту укріплення без підтверджених тривалими інструментальними спостереженнями (тобто моні-

торингом) та спеціальними дослідженнями висновків не обґрунтованим – і це одна з нагальних проблем.

Таким чином, для удосконалення системи моніторингу за небезпечними процесами на території Києво-Печерської лаври необхідно виконати:

- обладнання створів інклінометричних свердловин на схилах Дальньопечерного пагорба;
- обладнання системи геодезичних спостережень (репери, марки) на окремих ділянках та пам'ятках;
- проводити періодичні геофізичні дослідження ділянок з потенційним розвитком небезпечних процесів (печерні пагорби, територія схилів тощо);
- проводити періодичні інженерно-геологічні вишукування окремих ділянок.

При цьому про необхідність та важливість подібних спостережень переймаються лише балансоутримувачі пам'яток та території (тобто заповідники). Незважаючи на розроблені і затверджені довгострокові програми (на папері вони є – т. зв. План організації території), кошти на культуру виділяються з державного бюджету за залишковим принципом, а сформовані бюджетні запити фінансуються частково, залишаючи пам'ятоохоронцям лише сподіватись на краще.

ДЖЕРЕЛА

1. Черевко І.А. Розвиток екзогенних геологічних процесів на території Києво-Печерської лаври та їх вплив на стан пам'яток. 36. наук. праць: *Сіверщина в історії України*. Випуск 11. Національний заповідник «Глухів», Центр пам'яткознавства НАН України і УТОПІК, Глухівський Національний педагогічний університет, 2018. С. 31–36.
2. Левашов С.П. НТЗ про геофізичні дослідження північного схилу Дальньопечерного пагорба з метою визначення чинників деформацій у наземних будівлях та печерних галереях. НВП «ГЕОПРОМ», 2020. 29 с.
3. Черевко І.А., Головатенко Ю.Г. Історичний аспект формування системи інженерного захисту Близньопечерного пагорба. *Лаврський альманах* – 27, спец. вип. 10 (Дослідження печерних комплексів Києво-Печерської лаври). Київ: НКПІКЗ, 2013. С. 362–375.
4. Черевко І.А., Куциба В.О. Гідрогеологічна ситуація на території Близньопечерного пагорба, її вплив на стан печер та засоби регуляції. 36. наук. праць: *«Матеріали Одинадцятій Міжнародної наукової конференції «Церква – наука – суспільство: питання взаємодії»*. Київ, 2013. С. 90–93.
5. Левашов С.П. НТЗ про геофізичні дослідження північної частини Близньопечерного пагорба з метою визначення чинників деформацій та перезволоження ґрунтового масиву у будівлях корпусів № 37, 38, 48, 41, 42, 43, підземних галереях Близьких печер. НВП «ГЕОПРОМ», 2020. 33 с.
6. Черевко І.А. Дослідження впливу гідрогеологічних умов на стан збереження підземних комплексів на прикладі Близьких печер Києво-Печерської лаври. Матеріали семінару ICCROM «Особливості моніторингу пам'яток архітектури», Київ, 2017. С. 65–70.
7. Левашов С.П. НТЗ про інженерно-геологічні дослідження неруйнівними методами ділянки Національного Києво-Печерського історико-культурного заповідника з метою визначення зсувонебезпечних та провальних зон, підземних порожнин та зон підвищеного зволоження і розущільнення ґрунтів. НВП «ГЕОПРОМ», 2019. 43 с.
8. Боковий В.П., Старіков М.Б., Кульчицький В.М. Схема меж зсувонебезпечних територій Печерського району м. Києва (92/ИНЖІ-18). КО «Інститут Генерального плану м. Києва», КП «СУП-ІПР», 2019. 1 арк.

Cherevko I.A. Monitoring the development of dangerous geological processes on the territory of the Kyiv Pechersk Lavra: experience, problems, solutions

One of the main factors of monuments deformation on the territory of the Kyiv-Pechersk Lavra is their location in the landslide zone and flooding due to changes in hydrogeological conditions. Systematic monitoring of the hazardous geological process's development and the technical condition of monuments is the best way to prevent the development of destructive processes. Since 2009, visual observa-

tions of surface deformations (development of dangerous processes), instrumental measure of groundwater levels, dynamics of deformations of buildings and structures (plaster lighthouse), etc. have been initiated. This paper highlights the results of monitoring the processes of subsidence and landslides in the problem areas of the preserve (Far Cave and Near Cave Hills, Observation Deck of the Upper Lavra, etc.). Additional geophysical studies of the problem areas allowed to confirm the assumptions about the intensification of landslides on the northern slope of the Far Cave Hill and to determine the factors of subsidence of the day surface.

Based on the results of monitoring the territory of the Preserve and geophysical research in some areas, groundwater drainage projects were developed from the territory of Far Cave Hill, also surface water drainage from the yard of the Resurrection Church with simultaneous reconstruction of engineering networks, decision on the placement of additional unloading openings in retaining wall along the housing № 48. Strengthening slopes and even developing a project of slope strengthening without long-term instrumental observations (i.e., monitoring) and special studies does not justify the findings - and this is one of the most pressing issues. Processes occurring in the rock massif are quite difficult to monitor by visual methods (especially landslides), so it is extremely important to equip landslides with inclinometric wells, potential flooding areas - additional hydrogeological observation wells.

Key words: Kyiv-Pechersk Lavra, monitoring, dangerous processes, landslides, subsidence, flooding.

REFERENCES

1. Cherevko, I.A. (2018). Rozvytok ekzozhennykh heolohichnykh protsesiv na terytorii Kyievo-Pechers'koi lavry ta ikh vplyv na stan pamiatok [The development of exogenous processes in the Kyiv-Pechersk Lavra and their impact on monuments]. *Sivertschnyna v istorii Ukrainy – Sivertschnyna in Ukrainian history*. (11), pp. 31–36. [in Ukrainian].
2. Levashov, S.P. (2020) NTZ pro heofizychni doslidzhennia pivnichnoho skhylu Dalnopechernooho pahorba z metoiu vyznachennia chynnykh deformatsii u nazemnykh budivliakh ta pecherykh halereiakh [STR on geophysical research of the northern slope of the Far Cave Hill in order to determine the factors of deformation in buildings and cave galleries]. [in Ukrainian].
3. Cherevko, I.A., Holovatenko, Yu.H. (2013). Istorychnyi aspekt formuvannia systemy inzhenernoho zakhystu Blyzhnopechernooho pahorba [Historical aspect of the formation of the system of engineering protection of the Near Cave Hill]. *Lavrskiy almanakh* – 27, spets. vyp. 10 (Doslidzhennia pecherykh kompleksiv Kyievo-Pecherskoi lavry) – Lavra Almanac – 27, special. issue 10 (Study of the cave complexes of the Kyiv-Pechersk Lavra)], pp. 362–375. [in Ukrainian].
4. Cherevko, I.A., Kutsyba, V.O. (2013). Hidroheolohichna sytuatsiia na terytorii Blyzhnopechernooho pahorba, yii vplyv na stan pecher ta zasoby rehuliatcii [Hydrogeological situation in the Near Cave Hill, its impact on the caves and regulation means]. Abstracts of Papers '2013. *Tserkva – nauka – suspilstvo: pytannia vzaemodii*. (pp. 90–93). Kyiv. [in Ukrainian].
5. Levashov, S.P. (2020). NTZ pro heofizychni doslidzhennia pivnichnoi chastyny Blyzhnopechernooho pahorba z metoiu vyznachennia chynnykh deformatsii ta perezvozhennia gruntovoho masyvu, u budivliakh korpusiv № 37, 38, 48, 41, 42, 43, pidzemnykh halereiakh Blyzhnykh pecher [STR on geophysical research of the northern part of the Near Cave Hill in order to determine the factors of deformation and waterlogging of the soil, in the buildings № 37, 38, 48, 41, 42, 43, underground galleries of the Near Caves]. [in Ukrainian].
6. Cherevko, I.A. (2017). Doslidzhennia vplyvu hidroheolohichnykh umov na stan zberezhenia pidzemnykh kompleksiv na prykladi Blyzhnykh pecher Kyievo-Pecherskoi lavry [Investigation of the influence of hydrogeological conditions on the state of preservation of underground complexes on the example of the Near Caves of the Kyiv-Pechersk Lavra] Abstracts of Papers '2017. *Osoblyvosti monitorynhu pamiatok arkhitektury*. (pp. 65–70). Kyiv. [in Ukrainian].
7. Levashov, S.P. (2019). NTZ pro inzhenerno-heolohichni doslidzhennia neruivnyimi metodamy dilianky Natsionalnoho Kyievo-Pecherskoho istoryko-kulturnoho zapovidnyka z metoiu vyznachennia zsuvo-bezpechnykh ta provalnykh zon, pidzemnykh porozhnyn ta zon pidvyshchenoho zvolozhennia i rozushchilnennia gruntiv [STR on engineering-geological researches by non-destructive methods of the site of the National Kyiv-Pechersk Historical and Cultural Reserve in order to determine landslide and failure zones, underground cavities and zones of increased soil moisture and compaction]. [in Ukrainian].
8. Bokovy, V.P., Starikov, M.B., Kulchytskyi, V.M. (2019) Skhema mezh zsuvo-bezpechnykh terytorii Pecherskoho raionu m. Kyieva (92/INZhi-18) [The scheme of the boundaries of landslide-prone areas of the Pechersk district of Kyiv (92 / INZhi-18)]. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 12.02.2021 р.
Рекомендована до друку 28.04.2021 р.

