

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

факультет політичних наук

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

кафедра історії

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри історії

_____ І. С. Міронова

“ _____ ” _____ 20__ року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: **ВПЛИВ ПРИРОДНИХ КАТАКЛІЗМІВ НА АРХЕОЛОГІЧНУ
СПАДЩИНУ ДАВНІХ ЦИВІЛІЗАЦІЙ**

Керівник: к. і. н., доцент

Піструїл Ігор Володимирович

(вчене звання, науковий ступінь, П.І.Б.)

Рецензент:

зав. відділом експонування

Одеського археологічного музею

НАН України, к. і. н.,

Грицюта Оксана Олександрівна

(посада, вчене звання, науковий ступінь, П.І.Б.)

Виконав:

студент VI курсу групи 634 МЗ

Глов'як Лілія Юріївна

(П.І.Б.)

Спеціальності: 032 «Історія та археологія»

(шифр і назва спеціальності)

ОПІ:

«Історія та археологія»

Миколаїв – 2025 рік

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення	факультет політичних наук
Кафедра, циклова комісія	кафедра історії
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	032 «Історія та археологія»
ОПП / ОНП	«Історія та археологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри історії

_____ І. С. Міронова

“ ” _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Глов'як Лілії Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Вплив природніх катаклізмів на археологічну спадщину давніх цивілізацій

керівник роботи: Піструїл Ігор Володимирович, к. і. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«16» червня 2025 року № 150.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12 листопада 2025 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: вступ, основна частина, висновок, список використаних джерел та літератури, додатки.

4. Зміст розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) згідно з планом кваліфікаційної роботи магістра.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) не планується

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Вступ	Піструїл І. В.		
Розділ 1	Піструїл І. В.		
Розділ 2	Піструїл І. В.		
Розділ 3	Піструїл І. В.		
Розділ 4	Піструїл І. В.		
Висновки	Піструїл І. В.		

7. Дата видачі завдання 16.06.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Вступ до кваліфікаційної роботи	вересень 2025	
2.	Розділ 1. Стан наукової розробки проблеми	вересень 2025	
3.	Розділ 2. Природні катаклізми як фактор руйнування стародавніх культур	вересень 2025	
4.	Розділ 3. Археологічні комплекси, знищені або спотворені природними факторами	вересень 2025	
5.	Розділ 4. Сучасні підходи до захисту археологічної спадщини від природних загроз	жовтень 2025	
6.	Висновки	жовтень 2025	
7.	Переддипломна практика	22.09 – 05.10. 2025	
8.	Оформлення списку використаних джерел та літератури, додатків	жовтень 2025	
9.	Попередній захист	12.11.2025	
10.	Рецензія на дипломну роботу	21.11.2025	
11.	Захист дипломної роботи	17.12.2025	

Здобувач

(підпис)

Глов'як Л.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Піструїл І. В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. СТАН НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ ПРОБЛЕМИ.....	13
1.1. Історіографія впливу природніх катастроф на археологічну спадщину.....	13
1.2. Джерельна база дослідження археологічних втрат через катаклізми.....	20
1.3. Методологія та методи дослідження.....	35
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ КАТАКЛІЗМИ ЯК ФАКТОР РУЙНУВАННЯ СТАРОДАВНІХ КУЛЬТУР.....	41
2.1. Виверження вулканів і їхній вплив на археологічні пам'ятки.....	41
2.2. Повені, землетруси, цунамі: локальні приклади з Азії, Єгипту та Середземномор'я.....	47
2.3. Зміна клімату та деградація середовища проживання давніх цивілізацій.....	53
РОЗДІЛ 3. АРХЕОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЗНИЩЕНІ АБО СПОТВОРЕНІ ПРИРОДНИМИ ФАКТОРАМИ.....	60
3.1. Помпеї: збереження і руйнування під шаром вулканічного попелу.....	60
3.2. Зникнення цивілізації долини Інду: роль екологічної катастрофи.....	76
3.3. Місто Херсонес та вплив геодинамічних процесів на узбережжя.....	90
3.4. Природні чинники руйнування археологічних комплексів Ольвії та острова Березань.....	101
РОЗДІЛ 4. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАХИСТУ АРХЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ ВІД ПРИРОДНИХ ЗАГРОЗ.....	113

4.1. Міжнародні практики моніторингу та захисту археологічних пам'яток.....	113
4.2. Застосування цифрових технологій у фіксації та збереженні спадщини.....	123
4.3. Стратегії адаптації археологічних досліджень до умов змін клімату.....	132
ВИСНОВКИ.....	140
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	142
ДОДАТКИ.....	160

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АГ – археологічна група

АМН – Академія мистецтв і наук

ГІКЗ – державний історико – культурний заповідник

ДНВ – давньо – історичне населення

ЕІ – екологічний індекс

КК – кліматичний катаклізм

НЗ – наукова зона

ОП – охоронна пам’ятка

ПП – природний процес

РК – різке коливання (температурне або сейсмічне)

РМЗ – район масового затоплення

СБ – сейсмічний вплив

УД – умовна датування

ЦА – цивілізаційний ареал

ШОК – шар обвального колапсу

ВСТУП

У контексті глобальних кліматичних змін, що охоплюють останні десятиліття, питання впливу природних катаклізмів на археологічну спадщину набуває особливої гостроти. Археологічні пам'ятки, які зберігають свідчення про життя, культуру, технічні досягнення та світогляд давніх цивілізацій, дедалі частіше опиняються під загрозою з боку стихійних явищ — землетрусів, повеней, вулканічної активності, зсувів, пилових бурь, посух та підняття рівня Світового океану. Втрата таких об'єктів є не лише непоправною з точки зору матеріальної культури, але й спричиняє розрив у тяглоті історичної пам'яті людства. У цьому контексті актуальність дослідження зумовлюється необхідністю виявити закономірності впливу природних катаклізмів на археологічні об'єкти, а також розробити ефективні стратегії збереження та консервації культурної спадщини в умовах екологічної нестабільності.

Зростаюча частота та інтенсивність природних катастроф, які фіксуються як сучасними кліматологами, так і археологами, свідчить про те, що проблеми захисту археологічних пам'яток більше не можна розглядати лише в площині історико – культурної політики окремих держав. Ідеться про міждисциплінарну проблему, яка потребує узгоджених зусиль фахівців із галузей геології, метеорології, інженерної археології, біоархеології, реставрації та охоронної археології. У різних куточках світу спостерігаються приклади, коли природні катаклізми спричинили повну або часткову втрату археологічних комплексів. Так, катастрофічне виверження вулкану Везувій у 79 році нашої ери практично миттєво знищило Помпеї, Геркуланум та Стабії, проте завдяки шарові вулканічного попелу ці міста залишилися майже ідеально законсервованими, перетворившись на безцінні археологічні джерела. Інші випадки, як наприклад поступове затоплення давньоєгипетських поселень у зоні дії водосховища Асуанської греблі, вимагали від міжнародної спільноти термінового втручання і масової евакуації артефактів.

З іншого боку, вивчення археологічних решток, що опинилися під дією стихій, відкриває нові можливості реконструкції історичного минулого. Наприклад, у результаті зміщення земної кори та наступних повеней було знайдено сліди давніх поселень у зоні басейну Тигру й Євфрату, які до того часу залишалися невідомими. Такі знахідки дозволяють переглядати уявлення про межі існування давніх цивілізацій, інфраструктуру міст, стратегії адаптації до ризиків і природних умов. Особливо цінними є ті археологічні пам'ятки, що демонструють, як саме давні суспільства реагували на катастрофи — чи то шляхом релокації, будівництва захисних споруд, зміни господарської діяльності або модифікації ритуальних практик.

Особливого значення набуває дослідження регіонів, де природні катаклізми мали пролонгований, хронічний характер. Наприклад, у межах Мезоамерики періодичні посухи й землетруси серйозно вплинули на формування архітектурного ландшафту майя та ацтеків, а також сприяли занепаду окремих міст – держав. У Південно – Східній Азії масштабні повені призвели до замулення цілих культурних шарів, які до сьогодні вдається локалізувати лише завдяки сучасним технологіям дистанційного зондування Землі. У Середземноморському регіоні, що вирізняється високою сейсмічною активністю, вивчення наслідків землетрусів дає змогу уточнити хронологію зникнення окремих міст і культурних осередків (зокрема мінойської Критської цивілізації), а також дослідити механізми регіонального занепаду.

Сучасна археологія активно впроваджує цифрові й аналітичні інструменти для ідентифікації об'єктів, що перебувають під загрозою, а також для моделювання майбутніх сценаріїв руйнівного впливу катастроф. Розвиток геоінформаційних систем (ГІС), лазерного сканування (LiDAR), супутникової фотографії та тривимірного моделювання відкриває нові горизонти для неінвазивного дослідження та моніторингу пам'яток, дозволяючи створювати цифрові копії у випадках, коли збереження фізичного об'єкта є неможливим. Таким чином, наукова спільнота може не

лише аналізувати минулі катастрофи, але й проєктувати методи збереження археологічної спадщини в умовах майбутніх загроз.

Крім того, актуальність теми посилюється через політичні, економічні та соціальні трансформації, що часто ускладнюють доступ до охоронюваних територій та перешкоджають належному фінансуванню охоронних заходів. У деяких країнах, де природні катастрофи співпадають із соціальними кризами (як, наприклад, землетруси в Сирії, Ірані або Туреччині), археологічна спадщина страждає не лише від природного впливу, але й від людської бездіяльності або варварських дій. Тому проблема збереження об'єктів культурної спадщини набуває рис глобального виклику, в якому поєднуються етичні, правові, гуманітарні й наукові виміри.

Об'єктом дослідження є археологічна спадщина давніх цивілізацій, що зазнала впливу природних катастроф.

Предметом дослідження виступають форми, механізми та наслідки руйнівного впливу природних катаклізмів на археологічні об'єкти, а також сучасні підходи до фіксації, аналізу та збереження археологічних пам'яток в умовах екологічних ризиків.

Метою роботи є вивчення природи впливу природних катаклізмів на археологічну спадщину стародавніх цивілізацій з метою визначення масштабів руйнувань, окреслення закономірностей втрат і оцінки сучасних засобів протидії цьому явищу.

Для досягнення цієї мети були поставлені наступні **завдання**:

- проаналізувати стан наукової розробки теми в археологічній і міждисциплінарній літературі;
- систематизувати джерельну базу щодо зафіксованих випадків руйнування археологічних комплексів під впливом стихійних лих;
- визначити методологічні засади вивчення взаємозв'язку природних катастроф і руйнування археологічних пам'яток;
- дослідити конкретні історичні приклади (виверження Везувію, екологічна катастрофа в долині Інду, ерозія Херсонесу тощо);

- проаналізувати сучасні міжнародні практики моніторингу й захисту археологічної спадщини від природних загроз;
- оцінити ефективність цифрових технологій у сфері збереження спадщини та перспективи їх використання в умовах зміни клімату.

Хронологічні та територіальні рамки дослідження

У хронологічному плані дослідження охоплює період від початку формування перших осілих цивілізацій доби неоліту (бл. 10 тис. до н.е.) до пізньої античності (V ст. н.е.), а в аналітичному аспекті – також приклади з новітнього часу, пов’язані з актуальними викликами для археології. Територіально дослідження охоплює зони підвищеної природної активності в межах Месопотамії, долини Інду, Єгипту, Середземномор’я, а також узбережжя Чорного моря (зокрема Кримський регіон і Херсонес Таврійський).

Для досягнення поставленої мети використано такі **методи**:

- історико – порівняльний аналіз для виявлення закономірностей у впливі різних типів катаклізмів на археологічну спадщину;
- джерелознавчий метод для критичного аналізу археологічних та геологічних даних;
- системний підхід для комплексного розгляду екологічних, соціальних і культурних чинників;
- методи просторової реконструкції (ГІС – аналіз, дистанційне зондування, картографія);
- кейс – аналіз для вивчення окремих археологічних пам’яток, знищених або спотворених природними чинниками.

Наукова новизна дослідження полягає в міждисциплінарному підході до аналізу впливу природних катаклізмів на археологічну спадщину. У роботі здійснено систематизацію знань про випадки знищення археологічних об’єктів у результаті стихійних лих, запропоновано типологію природних впливів на культурні шари та окреслено роль новітніх технологій у

попередженні подальших втрат. Особливу цінність становить узагальнення сучасного досвіду захисту археологічної спадщини у світовій практиці.

Практична значущість дослідження полягає у формулюванні рекомендацій щодо інтеграції археологічної охорони в системи екологічного моніторингу, кризового планування та цифрової консервації культурної спадщини. Отримані результати можуть бути використані в діяльності охоронних археологічних інституцій, міжнародних організацій (UNESCO, ICCROM), музейних фахівців, а також як навчальний матеріал у межах курсів із теоретичної археології, охорони спадщини та історичної геоекології.

Апробація результатів дослідження.

1. Гло'вяк Л.Ю. Помпеї: збереження та руйнування під шаром вулканічного попелу // *Старожитності Лукомор'я*. 2025. № 5 (32). Вересень – Жовтень. С. 7 – 21. URL: DOI https://doi.org/10.33782/2708_4116.2025.5.388

2. Гло'вяк Л. Ю. Вплив природних катаклізмів на археологічну спадщину давніх цивілізацій // *«Могилянські читання – 2024» в рамках міжнародного проєкту Erasmus+*: тези доповідей наукової конференції «Історія України та Європи в контексті збереження європейських цінностей», Миколаїв, 8 листопада 2024 р.: ЧНУ імені Петра Могили. Миколаїв: Вид – во ЧНУ імені Петра Могили, 2024. С. 107 – 110.

3. Глов'як Л.Ю. Глобальні кліматичні зміни як виклик для археологічної спадщини: нові підходи до адаптації та управління ризиками // *«Могилянські читання – 2025: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти»*: До 30 – річчя ЧНУ імені Петра Могили. XXVIII Всеукраїнська щорічна науково – практична конференція: тези доповідей наукової секції «Історія та археологія». – Миколаїв: Вид – во ЧНУ ім. Петра Могили, 2025. С. 77 – 80.

Структура дипломної роботи побудована за предметно – хронологічним принципом та відповідає поставленій меті і визначеним завданням. Складається з вступу, чотирьох розділів, основної частини,

висновків, списку використаних джерел та літератури. Загальний обсяг роботи становить 163 сторінки, із них основного тексту – 126 сторінок, список використаних джерел та літератури – 134 позицій.

РОЗДІЛ 1

СТАН НАУКОВОЇ РОЗРОБКИ ПРОБЛЕМИ

1.1. Історіографія впливу природних катастроф на археологічну спадщину

Природні катаклізми упродовж історії людства неодноразово виступали могутнім фактором трансформації як природного середовища, так і людських культур. Дослідження в археології засвідчують, що стихійні лиха – землетруси, повені, виверження вулканів, зсуви та кліматичні зсуви – одночасно виконували як руйнівну, так і зберігаючу функції у формуванні археологічного ландшафту¹. Уже в ранніх працях німецьких та британських археологів XIX століття (зокрема у звітах експедицій у Трої та Месопотамії) простежується інтерес до аналізу природних чинників як джерела археологічних деформацій. У XX столітті, з розширенням інструментарію археології та розвитком стратиграфії, значення катастрофічного впливу природи на культурний шар стало предметом окремих досліджень, особливо після гучного відкриття Помпеїв і Геркуланума².

Сейсмічні впливи стали предметом поглибленого наукового аналізу в середині XX століття, коли археологічні дані почали перехресчуватись із геофізичними дослідженнями. Наприклад, землетрус у Мікенах у XIII ст. до н.е., який спричинив обвалення оборонних стін та резиденцій правлячої верхівки, інтерпретується не лише як природне явище, але і як тригер політичної деградації та демографічного спаду³. Аналогічні підходи застосовуються в дослідженнях Криту, де руйнування палаців Кноссу та

¹ Butzer, K. W. (1982). *Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach*. New York: Cambridge University Press.

² De Carolis, E., & Patricelli, G. (2003). *Vesuvius A.D. 79: The Destruction of Pompeii and Herculaneum*. Los Angeles: J. Paul Getty Museum.

³ Jones R. E., Stiros S. The advent of archaeoseismology in the Mediterranean. *Geological Society London Special Publications*. 2000. Vol. 171, No. 1. P. 25–32. URL : <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.171.01.04>

Фесту внаслідок землетрусів 1700 року до н.е. переосмислюється як переломний момент мінойської історії⁴.

Інша значна категорія катастроф – вулканічні виверження – стала каталізатором формування унікальних археологічних комплексів. Зокрема, виверження Везувію у 79 р. н.е. закарбувало в культурному шарі римських міст Помпеї та Геркуланума статичні зразки урбаністики, побуту та мистецтва Італії імператорського періоду. Завдяки товщі вулканічного попелу об'єкти збереглися в майже незмінному вигляді, що дає змогу реконструювати типову римську домівку, соціальну ієрархію та навіть щоденну діяльність мешканців⁵. Дослідження на Санторіні (Тері) дозволили відтворити високорозвинену систему водопостачання мінойської культури, поховану під вулканічними нашаруваннями, що виникли близько 1600 року до н.е.⁶.

Вплив повеней як природного чинника також відзначається в історіографії з акцентом на долину Нілу та Месопотамію. Регулярні затоплення, з одного боку, сприяли ерозії поселень, а з іншого – консервації артефактів під осадовими шарами. Ці осади забезпечували герметичне середовище, що сповільнювало біологічне руйнування матеріалу. Завдяки цьому вдалося відновити структуру будівель, релігійні комплекси та поховальні споруди раннього Єгипту, зокрема в Абідосі та Луксорі⁷.

У дослідженнях археології Месопотамії значне місце посідають приклади ерозії та зсувів. Такі геодинамічні процеси зумовлювали захоронення об'єктів під шарами ґрунту, що сприяло збереженню не лише артефактів, а й цілісних архітектурних ансамблів. Наприклад, у шумерських

⁴ Marinatos S. The Volcanic Destruction of Minoan Crete. *Antiquity*. 1939. Vol. 13, No. 52. P. 425–439. URL : <https://doi.org/10.1017/S0003598X00028088>

⁵ De Carolis, E., & Patricelli, G. (2003). *Vesuvius A.D. 79: The Destruction of Pompeii and Herculaneum*. Los Angeles: J. Paul Getty Museum.

⁶ Driessen J., Macdonald C. *Akrotiri (Santorini): Hydraulic Systems of the Minoan Civilization / Aegaeum 17*. Liège : Université de Liège, 1997. p. 112.

⁷ Hassan F. A. The Dynamics of a Riverine Civilization: A Geoarchaeological Perspective on the Nile Valley, Egypt. *World Archaeology*. 1997. Vol. 29, No. 1. P. 51–74. URL: <https://www.jstor.org/stable/124996>

Уруку та Лагаші виявлено комплекси, що залишились непошкодженими завдяки нашаруванням, спричиненим змінами русел річок⁸.

Значна частина історіографії присвячена впливу природних факторів на Північне Причорномор'я. У цьому регіоні, багатому на спадщину грецької колонізації, зокрема Ольвії, Пантікапею та Херсонесу, археологи фіксують сліди затоплень, зсувів та коливань рівня Чорного моря, що спричиняли часткову втрату міських кварталів і культових споруд⁹. При цьому частина об'єктів завдяки осадовому покриву залишилася у винятковому стані, дозволяючи відтворити плани вулиць, житлові структури та некрополі.

Окрему групу праць становлять дослідження, що розглядають зміни клімату як фактор занепаду цивілізацій. Концепція "екологічного колапсу" стала предметом уваги таких авторів, як Джаред Даймонд, які вказують на системні зрушення клімату (посухи, зміну рівня ґрунтових вод), що могли зумовити деградацію і зникнення цілих культур, зокрема цивілізації майя, мінойської культури, індської цивілізації¹⁰. Дослідження доводять, що кліматичні флуктуації в середині II тисячоліття до н.е. збіглися з демографічним спадом і руйнуванням урбаністичних центрів.

Історіографічна традиція останніх десятиліть фокусується не лише на описі руйнувань, але й на можливостях збереження та фіксації археологічної спадщини. Праці, присвячені цифровим методам археології, окреслюють потенціал ГІС – технологій, тривимірного моделювання, аерофотозйомки, лазерного сканування як способів неінвазивного аналізу об'єктів, які перебувають у зоні ризику. Наприклад, у проектах Європейського космічного агентства створюються інтерактивні мапи розміщення пам'яток, що зазнають

⁸ Adams, R. McC. (1981). *Heartland of Cities: Surveys of Ancient Settlement and Land Use on the Central Floodplain of the Euphrates*. Chicago: University of Chicago Press.

⁹ Petrova, Y. A., & Shevkun, Y. S. (2018). The Historical Aspects of the Development of the Black Sea Region. *Science almanac of Black sea region countries*, 16(4). P. 52–55. URL: <https://doi.org/10.23947/2414-1143-2018-16-4-52-55>

¹⁰ Diamond J. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking, 2005.

впливу кліматичних загроз, включаючи руйнування внаслідок опадів, засолення ґрунтів або підняття рівня морів¹¹.

Варто згадати і про міжнародні ініціативи (наприклад, Blue Shield International, проект CyArk), які мають на меті створення цифрових архівів археологічних пам'яток, що перебувають під загрозою знищення. Історіографія цих програм містить докладні описи технологічних рішень, що дозволяють зберегти дані про об'єкти навіть після їхнього фізичного знищення.

Також слід підкреслити, що значна частина сучасних досліджень фокусується на виявленні зв'язків між інтенсивністю природного впливу та ступенем збереження археологічних об'єктів, пропонуючи диференційований підхід до класифікації катастроф. Наприклад, у працях італійських археосейсмологів аналізуються відмінності між сейсмічними руйнаціями неглибокого типу (епіцентрі удари) та структурним руйнуванням унаслідок тривалих серій поштовхів, як це спостерігалось в районі Непалу, Південного Ірану або Апеннінського півострова¹². Такі дослідження дозволяють не лише уточнювати механізми руйнації, але й створювати типології ризику для існуючих об'єктів, зокрема в регіонах активної сейсмічності.

У рамках історіографії також вивчається феномен так званої «прихованої загрози» – коли пам'ятки археології руйнуються не миттєво, а внаслідок багаторічного впливу природних процесів: підтоплення, засолення, термогідрологічної ерозії. Так, дослідження в районі Тисменицького плато в Україні свідчать, що зміна русла річки Бистриця Надвірнянська призвела до розмивання культурного шару давньоруського поселення, яке раніше

¹¹ Van Buren M. The Archaeology of El Niño Events and Other “Natural” Disasters. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2001. Vol. 8. № 2. P. 129–149. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1011397001694>

¹² Jones R. E., Stiros S. The advent of archaeoseismology in the Mediterranean. *Geological Society London Special Publications*. 2000. Vol. 171, No. 1. P. 25–32. URL : <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.171.01.04>

вважалося зниклим без сліду¹³. Подібні приклади змушують науковців переосмислювати критерії виявлення та датування археологічних об'єктів, зважаючи на динамічність природного середовища.

Іншим напрямом, що активно розробляється в останні десятиліття, є вплив посух і аридизації на урбаністичні системи. Такі дослідження демонструють, що в умовах тривалого дефіциту води відбувалась деградація не лише аграрної інфраструктури, але й самого соціального ладу. Досвід індської цивілізації (міста Мохенджо – Даро та Хараппа) часто використовується як ілюстрація цього процесу: зникнення централізованого водопостачання й відсутність адаптації до змін клімату призвели до поступового знелюднення та зникнення цілої культурної традиції¹⁴.

Історіографія останніх років також звертається до питань перетину катастроф із соціально – політичними чинниками. У дослідженнях англomовних авторів дедалі частіше трапляється концепція «комбінованого впливу» – тобто, коли природна подія лише активізує вже наявну кризу в суспільстві: економічну, управлінську або воєнну. Наприклад, відоме виверження вулкану Лакі в Ісландії (1783) хоч і не має безпосереднього археологічного сліду, але часто аналізується як модель катастрофічного впливу на культуру, харчування, міграції та смертність¹⁵. Це стало підґрунтям для впровадження у дискурс археології понять «екологічної травми» та «посткатастрофічної реконструкції».

Особливу нішу в історіографії займають дослідження археології підводного світу, які почали активно розвиватися з другої половини ХХ століття. Після побудови дамб, каналів і водосховищ, зокрема в зонах Асуанської греблі (Єгипет), археологи зіштовхнулись із необхідністю

¹³ Ковальчук, І. П., Іванов, Є. А. (Ред.). (2010). Геоекологічне моделювання стану пам'яток природи та історії. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка.

¹⁴ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

¹⁵ Demarée, G. R., & Ogilvie, A. E. J. (2001). Bons Baisers d'Islande: Climatic, Environmental, and Human Dimensions Impacts of the Lakagígar Eruption (1783–1784) in Iceland. P. 219–246 https://doi.org/10.1007/978-1-4757-3365-5_11

негайного вивчення й евакуації десятків пам'яток, які мали опинитися під водою¹⁶. Такі проєкти, реалізовані за підтримки UNESCO, започаткували нову епоху в збереженні культурної спадщини, що перебуває у високому ризику затоплення. З цього моменту в історіографії все частіше з'являються праці, присвячені рятівній археології – галузі, яка реагує на термінові виклики природи та технологічного прогресу.

Сучасні археологи дедалі більше використовують історичні кліматичні реконструкції, які базуються на аналізі ізотопів, дендрохронології, аналізі пилку, фауни та флори. Це дозволяє інтегрувати археологічні дані в глобальні кліматичні моделі. Наприклад, у межах європейського проєкту PAGES 2k зібрано дані, що підтверджують циклічний характер кліматичних зрушень, пов'язаних із занепадом цивілізацій (наприклад, епізод похолодання на межі I ст. до н.е. та I ст. н.е.)¹⁷. Така інтеграція науки дозволяє прогнозувати не лише ймовірності руйнувань, а й локалізацію потенційних нових знахідок.

Варто звернути увагу також на міждисциплінарний підхід, який стає домінантним у сучасній археології. Співпраця археологів, геоморфологів, кліматологів і спеціалістів із дистанційного зондування дозволяє кардинально переосмислити просторову організацію давніх ландшафтів. Наприклад, у північному Леванті застосування LiDAR дозволило виявити залишки поселень, похованих під десятками метрів осадових відкладень, що були викликані зсувами після землетрусів¹⁸.

У багатьох країнах історіографія катастроф все більше опирається на архівні дані, включно з етнографічними свідченнями, переказами та навіть фольклором. Такі джерела дають змогу простежити, як саме спільноти

¹⁶ Driessen J., Macdonald C. Akrotiri (Santorini): Hydraulic Systems of the Minoan Civilization / Aegaeum 17. Liège : Université de Liège, 1997. p. 112.

¹⁷ PAGES 2k Network. Past Global Changes (PAGES). URL: <https://pastglobalchanges.org/science/wg/2k-network/intro>

¹⁸ Abate, N., Roubis, D., Aggeli, A., Sileo, M., Minervino Amodio, A., Vitale, V., Frisetti, A., Danese, M., Arzu, P., Sogliani, F., Lasaponara, R., & Masini, N. (2025). An Open-Source Machine Learning–Based Methodological Approach for Processing High-Resolution UAS LiDAR Data in Archaeological Contexts: A Case Study from Epirus, Greece. 32(38).

пам'ятають катастрофи, передають досвід виживання та адаптації. Наприклад, у фольклорі Скандинавії описані міфічні «водяні зими», які, ймовірно, мають під собою реальне підґрунтя у вигляді похолодання VII ст. н.е.¹⁹.

Також простежується активне зростання досліджень, присвячених політиці охорони культурної спадщини в умовах природної загрози. Зокрема, в межах Програми сталого розвитку ООН питання культурної спадщини офіційно визнано елементом стійкості до катастроф. Історіографія відображає дискусії про пріоритетність: що зберігати в першу чергу, як визначати пам'ятки, які підлягають цифровому дублюванню, а які – евакуації або укріпленню на місці²⁰.

Таким чином, сучасна історіографія впливу природних катаклізмів на археологічну спадщину репрезентує широку палітру підходів: від класичних описових моделей до структурно – аналітичних досліджень, що враховують міждисциплінарні дані – геофізичні, кліматичні, архітектурні, демографічні. Така тенденція відображає не лише зміну наукової парадигми, але й зростаючу актуальність теми в умовах глобальних екологічних викликів. Аналіз історіографічного поля дозволяє не лише систематизувати наявні знання, але й виявити лакуни – наприклад, недостатню вивченість карпатського, кавказького чи центральноазійського регіонів, де природні явища також залишили значний відбиток у культурному ландшафті. Ці прогалини становлять перспективні напрями для майбутніх досліджень і вдосконалення механізмів збереження археологічної спадщини у XXI столітті.

¹⁹ Ogilvie A. E. J., Jónsson T. "Little Ice Age" Research: A Perspective from Iceland. *Climatic Change*. 2001. Vol. 48, No. 1. P. 9–52. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1005625729889>

²⁰ United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. New York : UN, 2015. 41 p. URL: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>

1.2. Джерельна база дослідження археологічних втрат через катаклізми

Формування джерельної бази дослідження впливу природних катастроф на археологічну спадщину ґрунтується на використанні міждисциплінарного комплексу матеріалів, до якого входять як класичні археологічні звіти, так і сучасні аналітичні публікації з використанням цифрових технологій фіксації руйнувань. В останні роки зросла увага до електронних ресурсів, що дозволяють оперативно аналізувати новітні дані, інтегруючи історичні, геофізичні, кліматичні та археологічні свідчення. Серед таких ресурсів важливу роль відіграють публікації, присвячені конкретним випадкам руйнування археологічних пам'яток унаслідок стихійних лих, як – от землетруси, повені, вулканічна активність чи зміни морського рівня.

Ключовим джерелом для аналізу археосейсмічного впливу виступає праця Аманди Гаджіолі *A Re – Examination of Earthquakes in Mediterranean Archaeology in Light of Historical Sources* (2024), де авторка ретельно аналізує археологічні залишки та письмові свідчення про землетруси в Середземноморському регіоні. У роботі застосовано критичне порівняння історичних текстів із археосейсмічними деформаціями, що дозволяє ідентифікувати повторювані архітектурні руйнування, пов'язані з сейсмічними подіями, як у Стародавній Греції, так і в елліністичних містах Малої Азії²¹. Зокрема, авторка фіксує типові маркери землетрусів, такі як поперечні тріщини у фундаменті, зміщення кам'яних блоків та «впадання» конструкцій у зсувні западини, що співвідносяться з хронологічно зафіксованими історичними потрясіннями. Цінність цієї публікації полягає не лише в аналітичному рівні викладу, а й у спробі синтезу двох традицій – історико – текстуальної та археологічної, які донедавна існували переважно ізольовано. Особливо важливою є увага авторки до античних літописів, які

²¹ Gaggioli A. M. A Re-Examination of Earthquakes in Mediterranean Archaeology in Light of Historical Sources: The Case of Graeco-Roman Helike // *Journal of Mediterranean Archaeology*. 2024. Vol. 36. № 2. P. 151–181.

часто подають перебільшені або алегоричні свідчення, однак у поєднанні з матеріальними залишками дозволяють реконструювати реальні події та їхній масштаб. Це джерело дає змогу краще зрозуміти динаміку зникнення окремих центрів унаслідок катастроф, зокрема Мілета, Ефесу та Делоса.

Інший важливий ресурс – стаття Е. Мджеми *Catastrophes and Deaths along Tanzania's Western Indian Ocean Coast during the Early Swahili Period, AD 900–1100* (2018), що містить реконструкцію руйнівного впливу повеней на поселення в регіоні гирла річки Пагані. Автор на основі стратиграфічного аналізу та залишків кістяків доводить, що катастрофа мала не лише локальний екологічний, але й соціальний ефект, зумовивши масову загибель населення та зміну моделі заселення регіону²². Ці дані дозволяють припустити, що природна подія не лише стерла із ландшафту окремі поселення, а й спровокувала глибші зрушення у системі розподілу ресурсів, торгівлі, а також у політичній організації громади. Важливість цього джерела полягає в тому, що воно стосується не євроцентричних об'єктів, а регіону Східної Африки, який донедавна залишався на периферії світової археології. Завдяки методам аналізу ґрунтів, вуглецевому датуванню, реконструкції поховальних практик та просторовому моделюванню, стаття відкриває нові підходи до вивчення впливу катастроф на периферійні, але культурно важливі зони. Особливої уваги заслуговує той факт, що на прикладі цього регіону автор показує, як відновлення соціальної структури після катастрофи супроводжувалося посиленням релігійного культу предків і змінами у домінуючих формах житлової архітектури.

Цінним елементом джерельної бази є також міжцивілізаційне порівняння, представлене в статті *Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology* (2022) авторства А. Вестри, С. Мяо та І. Ліріциса. Робота охоплює різні

²²Mjema E. *Catastrophes and Deaths along Tanzania's Western Indian Ocean Coast during the Early Swahili Period, AD 900–1100*. *Azania: Archaeological Research in Africa*. 2018. Vol. 53. № 2. P. 135–155. URL: <https://doi.org/10.1080/0067270X.2018.1473208>

регіони – Стародавній Китай та Егейський світ – і показує, як різні цивілізації адаптувались або не змогли адаптуватись до катастроф²³. У цій статті йдеться про трансформацію міських структур, священних центрів та адміністративних осередків у відповідь на посухи, паводки та землетруси. Автори виявляють чіткі культурні паралелі у ритуалізації стихій, які сприймалися не лише як покарання, але й як можливість оновлення суспільного договору між людьми та надприродними силами. Однією з ключових думок є те, що катастрофи можуть запускати так звані «моделі реактивної інновації», коли в умовах кризи відбувається стрімкий перехід до нових соціально – економічних практик: децентралізація влади, зміни у храмових функціях, перегляд землеробських стратегій. В особливому фокусі перебуває порівняння реакції міценців на кліматичне охолодження (зокрема в Лаконії) та династії Шан – на геологічну нестабільність регіону Хуанхе. Стаття доводить, що не самі по собі катастрофи, а неспроможність політичної еліти адаптуватися до них призводила до цивілізаційного краху.

Не менш фундаментальним джерелом виступає публікація *Disaster Geoarchaeology and Natural Cataclysms in World Archaeology*, створена І. Ліріцісом та А. Вестрою. Це джерело є своєрідним оглядом розвитку геоархеологічного підходу до вивчення катастроф, де автори класифікують типи впливів – від цунамі, повеней, зсувів та посух до ерозії ґрунтів і покриття об'єктів товстим шаром вулканічного попелу – та детально описують методи їх виявлення у культурному шарі²⁴. Особливу увагу приділено типології геологічних подій, які здатні не тільки руйнувати археологічні комплекси, але й забезпечувати умови для їх консервації. У роботі запропоновано розглядати археологічний ландшафт як результат

²³ Westra A. J. D., Miao C., Liritzis I. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5. № 3. Article 33. URL: <https://www.mdpi.com/2571-550X/5/3/33>

²⁴ Liritzis I., Westra A. Disaster GeoArchaeology and Natural Cataclysms in World Cultural Evolution: An Overview. *Journal of Coastal Research*. 2019. Vol. 35. № 6. P. 1307–1330. URL: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-19-00035.1>

постійної взаємодії між антропогенними структурами та природними геоморфологічними процесами, що накладаються на них у різних часових масштабах. Автори також вводять поняття «геоархеологічної чутливості» території – здатності ландшафту зберігати чи втрачати археологічні свідчення залежно від характеру катастрофи. Наприклад, райони з високим вмістом глинистих порід виявляють підвищену здатність до збереження органічних залишків після затоплення, тоді як піщані або вапнякові тераси зазнають більш інтенсивної ерозії, що призводить до повного зникнення культурного шару. У тексті подається низка кейсів, які демонструють, як відмінності у геологічній будові місцевості визначають ступінь збереження об'єктів – зокрема, поселення в околицях Неаполя, що постраждали від вивержень Везувію, й прибережні об'єкти в Чилі, знищені цунамі.

Ще одним надзвичайно важливим джерелом, яке систематизує глобальний досвід археологічної фіксації наслідків природних катаклізмів, є оглядова робота *Disaster Geoarchaeology and Natural Cataclysms in World Cultural Evolution: An Overview* (2019). У цій праці І. Ліріціс, А. Вестра та С. Мяо репрезентують широкий спектр археологічних ситуацій у різних регіонах – від античної Анкори в Туреччині до стародавніх міст Центральної Америки²⁵. Стаття є спробою створити універсальну дослідницьку матрицю для аналізу катастроф у контексті культурної еволюції. Автори пропонують розглядати природні катаклізми як чинники, що не лише руйнують, але й у специфічних умовах стимулюють зміну соціальних і технологічних парадигм. В окремих тематичних підрозділах розглядаються проблеми змін берегових ліній під впливом підняття рівня океанів, втрат культурних шарів унаслідок повзучості ґрунтів, а також впливу пожеж, які, з одного боку, можуть повністю знищити органіку, а з іншого – утворити вуглецеві прошарки, що сприяють датуванню. У статті також приділено увагу взаємодії

²⁵ Liritzis I., Westra A., Changhong M. Disaster GeoArchaeology and Natural Cataclysms in World Cultural Evolution: An Overview. *Journal of Coastal Research*. 2019. Vol. 35. № 6. P. 1307–1330. URL: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-19-00035.1>

між інтенсивністю забудови, глибиною закладення археологічного об'єкта та рівнем технічної підготовки суспільства до стихійних подій. Дослідження містить таблиці з порівняльними характеристиками ступеня руйнування в різних регіонах і пропонує концепцію «археологічної резистентності» – здатності культурної системи забезпечити часткове або повне збереження своїх артефактів в умовах катастрофічного тиску.

Особливу цінність ця публікація має також для формування концептуальної рамки даного дослідження, адже вона окреслює не тільки емпіричний спектр випадків, а й методологічну послідовність дій при фіксації катастрофічних нашарувань. У тексті представлено приклади використання новітніх методів – зокрема, лазерного сканування, радарної томографії, 3D – моделювання пошкоджених споруд, які дозволяють зберегти інформацію навіть у випадках, коли фізична структура об'єкта вже майже повністю втрачена. У цьому контексті стаття є не просто оглядовою, а методологічно орієнтуючою роботою, що допомагає сформулювати сучасне бачення археології як дисципліни, що працює у взаємодії з геонауками, екологією, кліматологією та навіть кризовою логістикою.

У подальшому аналізі джерельної бази варто звернутися до публікацій, які демонструють різні підходи до фіксації, інтерпретації та реконструкції наслідків природних лих у контексті археологічного дослідження. Зокрема, праця *The Archaeology of El Niño Events and Other “Natural” Disasters* авторства Мері Ван Б'юрен (2001) є класичним прикладом глибокого аналітичного розгляду періодичних кліматичних феноменів, що впливали на археологічні культури Південної Америки²⁶. Дослідниця на основі аналізу археологічних матеріалів, у поєднанні з палеокліматичними даними, простежує роль епізодичних подій Ель – Ніньо у зникненні цілих аграрних систем у долинах Перу. Особливу увагу вона приділяє питанню руйнування

²⁶ Van Buren M. The Archaeology of El Niño Events and Other “Natural” Disasters. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2001. Vol. 8. № 2. P. 129–149. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1011397001694>

іригаційної інфраструктури внаслідок надмірних опадів, що викликали зсуви, селеві потоки та підтоплення населених пунктів. Важливим аспектом є також спостереження за змінами у розташуванні поселень до та після кліматичних катастроф: населення змінювало аграрну логіку освоєння території, віддаючи перевагу височинам, більш захищеним від паводків.

Крім того, авторка звертає увагу на символічний рівень сприйняття природних катаклізмів. У культових структурах і ритуальних практиках давніх перуанських культур з'являються нові елементи, які, ймовірно, відображають намагання «умиротворити» стихію або пояснити її через космогонічні міфи. Таким чином, природне лихо постає не лише як матеріальна загроза, а як екзистенційний виклик, що трансформує уявлення про світ і роль людини в ньому. Праця Ван Б'юрен демонструє, як міждисциплінарний підхід – археологія, кліматологія, антропологія релігії – дає змогу виявити неочевидні зв'язки між природною подією й культурними змінами.

Наступне джерело розширює перспективу, демонструючи вплив довготривалих екологічних і технологічних чинників на розвиток людських спільнот. У статті *Environmental and Technological Effects on Ancient Social Evolution at Different Spatial Scales* (2017) Г. Донг, Ф. Лю та Ф. Чен аналізують масштабні географічні зрушення у природному середовищі й технологічні трансформації як чинники культурної еволюції в Азії²⁷. У фокусі авторів – взаємодія між технологіями збереження води, аграрними стратегіями та кліматичними змінами, що періодично ставали тригерами для занепаду або адаптації поселень. Особливо цікавим є висвітлення системного підходу до аналізу екологічної адаптивності культур: дослідники поєднують дані з ландшафтної археології, аналізу ґрунтів, ізотопної геохімії та

²⁷ Dong G., Liu F., Chen F. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60. № 12. P. 2067–2077. URL: <https://doi.org/10.1007/s11430-017-9118-3>

архітектурної типології, щоб виявити закономірності реагування на зміну кліматичних трендів.

Археологічні й екологічні дані з басейнів Хуанхе і Янцзи показують, як людські спільноти змінювали просторову організацію поселень у відповідь на посухи, повені та втрату родючості ґрунтів. При цьому важливо, що адаптаційні механізми включали не лише фізичне переселення, але й інновації в аграрному дизайні – зокрема впровадження терасових полів, водозбірних систем і розширення підземного зрошення. Цінним є мікро – та макрорівневий підхід дослідження, який дозволяє простежити залежність культурної стабільності від екологічного тиску не лише в межах одного поселення, а й на рівні цілих регіонів з різними типами господарства. Завдяки цьому дослідженню формується цілісне уявлення про екологічну межу витривалості цивілізацій і роль технологічної пластичності у їх збереженні.

Окрему увагу слід звернути на дослідження, присвячене прямому впливу природного катаклізму на конкретний археологічний об'єкт. У праці *Human Settlements and the Role of Natural Disasters: A Case Study of Landslide at Tepe Mehr Ali* (2017) автори М. Хейдаріан, М. Саріхані, А. Сардарізарчі та інші досліджують наслідки зсуву на північному заході Ірану, в зоні поселення Тепе Мехр Алі²⁸. У результаті масштабного зсуву, спричиненого інтенсивними опадами, було повністю засипано житлові та господарські структури давньої громади. Археологічні рештки виявились у щільному шарі ґрунту, що з одного боку призвело до їх консервації, а з іншого – стало перешкодою для виявлення повної стратиграфії.

Дослідники застосовують спектральний аналіз і тривимірне моделювання підземних аномалій, щоб уникнути деструктивного розкриття шару, що могло б пошкодити крихкі об'єкти. Особливістю цієї роботи є також акцент на «археологічному мовчанні» – випадках, коли об'єкти

²⁸ Heydarian M., Sarikhani M., Sardari Zarchi A. Human Settlements and the Role of Natural Disasters: A Case Study of Landslide at Tepe Mehr Ali. *Historical Enquiries: A Quarterly Research Journal*. 2017. Vol. 9. № 3. P. 14–29.

перебувають у зоні невидимості через специфіку катастрофічного нашарування. Автори ставлять під сумнів традиційну логіку стратиграфічного аналізу і наголошують на потребі мультисенсорного підходу до виявлення культурного шару. У результаті ця праця не лише доповнює перелік катастрофічних кейсів, а й відкриває новий етап у методології польових робіт у складних природних умовах.

Цікавим джерелом сучасного етапу археологічної науки є праця *Aerial Image – Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations* (2023), написана Д. Абате, М. Факою, К. Келешісом та ін. У ній дослідники фокусуються не лише на впливі стихійних лих як таких, але й на посткатастрофічних процесах, зокрема на феномені несанкціонованих розкопок, які часто активізуються після часткового або повного руйнування археологічних об'єктів унаслідок природних чинників²⁹. У багатьох випадках природні катастрофи відкривають раніше недоступні або занедбані ділянки, що стає поштовхом для нелегальних пошуків артефактів. Саме тому дослідники зосереджують свою увагу на технологічних інструментах дистанційного контролю територій: використанні аерофотознімків, супутникових зображень високої роздільної здатності, геоінформаційних систем і методів машинного навчання для автоматизованого виявлення змін у рельєфі, які можуть свідчити про втручання в археологічні шари.

Завдяки високоточній зйомці й аналізу послідовних супутникових даних автори змогли зафіксувати низку випадків поступового знищення пам'яток, які до того вважалися добре збереженими. Особливо вражаючими є результати спостережень на територіях, що постраждали від землетрусів і зсувів: дослідники відзначають, що саме у фазі після стихійного лиха, коли об'єкти частково оголені, зростає ризик археологічного грабунку. Праця Д. Абате й колег є вагомим свідченням переходу археології до нової парадигми

²⁹ Abate D., Faka M., Kelesis Ch. *Aerial Image. Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations*. *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15. № 11. Article 2806. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15112806>

– від традиційної фіксації до активного моніторингу й попередження втрат. Вона також засвідчує інтеграцію цифрових технологій як необхідного інструменту у сфері охорони та управління археологічною спадщиною в умовах кліматичних загроз і природної нестабільності.

Аналіз наведених джерел свідчить про те, що сучасна археологія дедалі більше набуває міждисциплінарного характеру. У центрі уваги дослідників перебувають не лише традиційні розкопки, а й моделювання катастрофічних сценаріїв, реконструкція кліматичних впливів на культурні шари, вивчення технологій адаптації давніх спільнот до руйнувань та, особливо, посткатастрофічних процесів, що мають затяжний або прихований характер. Такі явища, як зникнення поселень після посух, соціальна міграція внаслідок повеней, сакралізація руїн після землетрусів або вторинне освоєння руйнованих територій, потребують цілеспрямованого аналітичного осмислення, яке спирається не лише на археологічні, а й на кліматологічні, антропологічні та геоінформаційні джерела.

Важливим є також те, що сучасні джерела охоплюють різні географічні зони – від Південної Америки та Східної Азії до Середземномор'я й узбережжя Африки. Така широта охоплення дозволяє формувати глобальне бачення проблеми, порівнювати адаптаційні стратегії культур у різних природно – кліматичних умовах і виявляти універсальні або контрастні механізми впливу природних катаклізмів на культурні системи. Спільним знаменником цих досліджень є розуміння того, що катастрофа – це не лише подія моменту, а довготривалий процес, що формує нову культурну конфігурацію, ландшафтну морфологію та іноді навіть нову колективну ідентичність.

Суттєвий внесок у формування сучасної джерельної бази здійснюють оглядові праці, що окреслюють концептуальні зміни в археологічній науці, зокрема у контексті катастроф. Серед таких праць вирізняється монографія *The Archaeology of Disasters: Past and Future Trends* (2010) за авторством Р. Торренса та Дж. Граттана, у якій аналізуються етапи становлення археології

катастроф як окремого напрямку досліджень³⁰. Автори демонструють, як археологія пройшла шлях від пасивного фіксування наслідків стихій до активного аналізу соціальних механізмів реагування на катастрофи. Вони вводять поняття «катастрофічної дискурсивності» – осмислення катастроф не тільки в матеріальній культурі, але й у колективному досвіді, ритуалах, символах та традиціях пам'яті.

Також варто звернутись до сучасного дослідження Семюеля Коена *Studying Disaster in Late Antiquity* (2024), яке зосереджене на досвіді пізньоантичних спільнот у Середземномор'ї³¹. Автор переконливо демонструє, що природні катастрофи в епоху Пізньої Античності рідко діяли як ізольовані події: навпаки, вони майже завжди нашаровувались на вже наявні соціально – політичні кризи, конфлікти або епідемії, посилюючи загальну вразливість громад. Катастрофи у цій перспективі розглядаються як каталізатори змін, що могли сприяти не лише занепаду міст чи відтоку населення, а й суттєвій перебудові політичних структур, способів господарювання або навіть світоглядних парадигм. Значною мірою новаторським є застосований Коеном метод аналізу так званих "мовчазних археологічних свідчень" – непрямих, але значущих ознак катастроф, які не завжди залишають очевидні сліди руйнування, але вказують на порушення звичних культурних ритмів.

До таких свідчень відносяться раптове припинення будівництва, зменшення щільності керамічних шарів, ознаки депопуляції, скорочення площ поселень і зникнення архітектурної регулярності. Вивчаючи ці елементи в контексті конкретних урбаністичних ландшафтів – таких як Антіохія, Александрія чи Карфаген – С. Коен вибудовує аргумент про глибоку пам'ять катастроф у топографії міст. Він наголошує, що

³⁰ Torrence R., Grattan J. The Archaeology of Disasters: Past and Future Trends. *Journal of Archaeological Research*. 2010. Vol. 18. № 3. P. 191–231. URL: <https://doi.org/10.1007/s10814-010-9039-4>

³¹ Cohen S. *Studying Disaster in Late Antiquity*. *Late Antique Archaeology*. 2024. Vol. 18. P. 1–28. URL: <https://doi.org/10.1525/sla.2024.8.1.1>

посткатастрофічні перебудови нерідко відображають не лише прагнення відновити функціональність, а й намагання осмислити трагедію в релігійному чи символічному ключі. Це виявляється, наприклад, у появі нових культових споруд на місцях руйнацій, зміні орієнтації вулиць, редизайні громадських просторів. Ідея "місцевої пам'яті катастроф", яка, за С. Коеном, втілюється в матеріальному середовищі, відкриває нові можливості для інтерпретації археологічного ландшафту як свідка колективного досвіду травми й адаптації.

Важливою складовою джерельної бази є також праці, що досліджують довготривалий антропогенний вплив на довкілля в контексті зростаючої вразливості до природних катаклізмів. У цьому плані заслуговує на увагу класична праця *Human Impact on Ancient Environments* (1999), написана С. Хехтом і К. Редманом³². Це міждисциплінарне дослідження охоплює широкий географічний спектр – від Південної Америки до Близького Сходу та Середземномор'я – і демонструє, як тривала експлуатація ресурсів, вирубка лісів, інтенсивне зрошення та деградація ґрунтів поступово знижували екологічну стійкість територій. Автори доводять, що в багатьох випадках навіть події середньої інтенсивності, такі як періодична посуха або сезонна повінь, перетворювались на справжні катастрофи саме тому, що ландшафт уже був виснажений людською діяльністю.

Цінність цього джерела полягає в тому, що воно ставить під сумнів традиційне розділення на "природні" й "антропогенні" катаклізми, пропонуючи натомість концепцію взаємопов'язаності. Археологічні втрати тут постають не як наслідок разової події, а як кульмінація тривалого процесу взаємодії між суспільством та середовищем, у якому люди самі підвищували рівень ризику для своєї спадщини. Такий підхід дозволяє переосмислити стратегії охорони археологічних об'єктів у сучасному

³² Hecht S. B., Redman C. L. Human Impact on Ancient Environments. *Annual Review of Anthropology*. 1999. Vol. 28. P. 217–242. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.28.1.217>

контексті кліматичних змін, коли питання "адаптації до ризику" набуває не тільки актуальності, а й археологічної глибини.

Окремий пласт джерел становлять публікації, що акцентують увагу на просторових змінах, спричинених природними факторами, а також на технічних засобах вивчення цих змін. Зокрема, дослідження *Tracking the Effects of the Long – Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data* (2023) авторства А. Елфадалі, К. Абуталеба, Д. Нагіб та інших, присвячене вивченню динаміки берегової лінії в дельті Нілу, репрезентує передовий приклад застосування методів дистанційного зондування для фіксації змін у розташуванні археологічних об'єктів³³. Використовуючи багаторічні супутникові спостереження, цифрові моделі рельєфу та алгоритми просторової кореляції, автори відстежують, як підняття рівня моря, ерозія узбереж та зміни русел спричиняють поступове зникнення чи занурення пам'яток під водою.

У дослідженні детально відтворено процес втрати декількох поселень періоду пізнього Нового царства, що сьогодні перебувають або під шаром мулу, або повністю зникли з топографії. При цьому стаття не обмежується діагностикою змін, а й пропонує рекомендації для створення інтерактивних карт уразливих зон, а також для адаптації археологічної практики до умов поступової деградації прибережних ділянок. У контексті формування джерельної бази ця праця демонструє, що археологія ХХІ століття дедалі активніше виходить за межі «розкопування минулого» і перетворюється на інструмент активного моніторингу та передбачення змін, які можуть поставити під загрозу збереження культурної спадщини в цілому регіональному масштабі.

Завершуючи огляд джерельної бази, доцільно звернутись до робіт, які не просто фіксують факти руйнування археологічних комплексів унаслідок

³³ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. *Archaeological Prospection*. 2023. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1898>

природних катаклізмів, а й поглиблюють розуміння того, як такі події впливали на трансформацію соціокультурного середовища. Зокрема, йдеться про переосмислення ролі катастроф у розвитку релігії, суспільної структури, уявлень про світ та в межах локальної й колективної пам'яті. Саме в такому контексті особливу цінність має дослідження *Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru* (2008), підготовлене Дж. Дженнінгсом³⁴. На основі археологічних даних, серед яких виявлені храмові комплекси, ритуальні зони, поховання та предмети сакрального призначення, автор реконструює сценарії взаємодії між катастрофами (такими як паводки, цунамі, посухи) й глибокими змінами у релігійній системі доколумбових громад Перу.

Дженнінгс доводить, що катастрофи не лише спричиняли фізичні руйнування, а й ставали тригерами «ревіталізаційних» процесів – оновлення пантеону, введення нових ритуалів, реконфігурації релігійної ієрархії. У деяких випадках природна катастрофа призводила до втрати легітимності старої еліти, що не змогла «вберегти» громаду, та появи нових лідерів із сакральною функцією. Такі зміни відбивались і в матеріальній культурі: спостерігається зміна у стилістиці ритуальної кераміки, у схемах розміщення святилищ, а також у ритуалі поховань. Катастрофа у цьому випадку постає не лише як загроза, але й як «момент істини», що оновлює структури вірування та колективної ідентичності. Цей підхід надзвичайно актуальний для сучасної археології, яка дедалі частіше трактує природні явища як чинники внутрішніх трансформацій суспільств, а не лише як зовнішні виклики.

Інший важливий напрям джерельної бази представлений у роботі *Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster?* (2013) авторів Сін'юе Вень, С. Бай та інших³⁵. Це

³⁴ Jennings J. Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru. Cambridge Archaeological Journal. 2008. Vol. 18, № 2. P. 177–194. URL: <https://doi.org/10.1017/S0959774308000243>

³⁵ Wen X., Bai S., Zeng N. та ін. Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster? International Journal of Earth Sciences (Geologische

дослідження ґрунтується на багатошаровому аналізі стратиграфії, дендрохронології, палеокліматичних даних та реконструкцій ландшафту басейну Сичуані, де існувала одна з найтаємніших цивілізацій Стародавнього Китаю – Шу. Автори відзначають кілька хронологічних провалів у розвитку міст і ремісничих центрів Шу, що виявляються у різкому зменшенні шару виробничої активності, занепаді бронзового литва, відсутності зовнішньоторгових артефактів. Виникає питання: ці розриви були спричинені поступовими кліматичними змінами чи раптовими катастрофами?

Використовуючи мультидисциплінарний підхід, дослідники приходять до висновку, що в більшості випадків ці переривання мали змішану природу: періоди аридизації (охолодження, зменшення опадів) у поєднанні з раптовими паводками й землетрусами створювали кумулятивний ефект руйнування. Особливо важливим є спостереження щодо того, що в таких умовах інфраструктура, побудована на попередніх технологічних принципах, не витримувала навантаження, що й призводило до фактичного колапсу. Це джерело дозволяє розмежувати вплив короткочасних природних подій та довготривалих екологічних трендів, що надзвичайно важливо для інтерпретації археологічного матеріалу в глобальному контексті.

Окремо слід відзначити критичну та концептуально важливу працю *Archaeology as Disaster Capitalism* (2015), написану Р. Хатчінгсом і М. Ла Салле³⁶. Автори звертають увагу на мало досліджений, але соціально надзвичайно чутливий аспект – використання катастроф у контексті зовнішньої інтервенції, ресурсної експлуатації та комерціалізації археології. У статті розглядаються приклади, коли після природних катастроф – зокрема землетрусів, повеней, селів – на території археологічних пам'яток активізувались не лише рятувальні, а й експансивні практики з боку

Rundschau). 2013. Vol. 102. № 3. P. 933–947. URL: <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0825-9>

³⁶ Hutchings R., La Salle M. *Archaeology as Disaster Capitalism*. *International Journal of Historical Archaeology*. 2015. Vol. 19, № 4. P. 699–720. URL: <https://doi.org/10.1007/s10761-015-0308-3>

державних або приватних акторів, що прикривались дискурсом "збереження спадщини".

Автори аргументують, що в таких випадках часто відбувається своєрідна «економізація руїни» – перетворення об'єкта на товар або інструмент політичної символіки. Деякі археологічні комплекси внаслідок цього зазнають спотворення: або внаслідок поспішного «реставрування», яке не враховує автентичність, або внаслідок знищення тих елементів, що не відповідають актуальному наративу. Особливо критичним є те, що у багатьох випадках місцеві громади виключаються з процесу прийняття рішень щодо своєї ж культурної спадщини. Текст відкриває важливу дискусію про етичні межі археології в умовах катастроф, про баланс між науковим інтересом, культурною відповідальністю та політичною інструменталізацією минулого.

Усі ці публікації вносять вагомий внесок у формування цілісного уявлення про втрати археологічної спадщини внаслідок природних катастроф, а також підкреслюють необхідність постійного оновлення інструментів вивчення й охорони культурної спадщини. Вони формують підґрунтя для подальших досліджень, спрямованих не лише на реконструкцію минулого, але й на практичне використання археологічного знання для прогнозування, профілактики й адаптації до екологічних викликів XXI століття.

Таким чином, перелічені праці становлять не лише фундамент для теоретичного осмислення теми, але й демонструють багатство емпіричного матеріалу, що дозволяє здійснити конкретне аналізування руйнівних процесів у межах різних культурно – географічних ареалів. Вони дозволяють вийти за межі вузькорегіональних спостережень і сформулювати порівняльну картину втрат археологічних об'єктів, обумовлених силами природи, а також проаналізувати способи адаптації, збереження чи втрати культурної пам'яті в умовах катастрофічного середовища.

1.3. Методологія та методи дослідження

Методологічна основа даного дослідження ґрунтується на міждисциплінарному підході, який поєднує археологічний, геоекологічний, історико – культурний, релігієзнавчий та інструментально – технологічний рівні аналізу. Враховуючи складну природу впливу природних катаклізмів на археологічну спадщину, дослідження потребує не лише традиційної польової фіксації та аналізу артефактів, але й залучення спеціалізованих методів з галузей геології, кліматології, дистанційного зондування та історичної реконструкції. Основним принципом, що пронизує дослідження, є розгляд природної катастрофи як фактору трансформації культурного ландшафту – не лише у фізичному, а й у соціальному, релігійному та інституційному вимірах.

Першим базовим рівнем є історико – археологічний метод, який дозволяє інтерпретувати археологічні залишки через призму письмових джерел, хронік, легенд, міфів і релігійних текстів. Цей метод був успішно застосований у дослідженні А. Гаджіолі (2024), де авторка порівнює археосейсмічні деформації з античними письмовими свідченнями, що дозволяє більш точно визначити хронологію та масштаб землетрусів у Середземномор’ї³⁷. Подібний підхід використовується і в працях Вестри А., Ліріціса І. та Мяо С. (2022), де спільний аналіз текстових і матеріальних даних дозволяє простежити культурні реакції на катастрофи у Мікенах і Китаї³⁸.

Другим ключовим рівнем є геоархеологічний аналіз, який спирається на дослідження стратиграфії, геоморфології та хімічного складу ґрунтів для виявлення слідів катастрофічних подій. Цей метод був концептуалізований у працях Ліріціса І. та Вестри А. (без дати), які запровадили поняття

³⁷ Gaggioli A. M. A Re-Examination of Earthquakes in Mediterranean Archaeology in Light of Historical Sources: The Case of Graeco-Roman Helike // *Journal of Mediterranean Archaeology*. 2024. Vol. 36. № 2. P. 151–181.

³⁸ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

"геоархеологічної чутливості" – здатності території зберігати археологічні свідчення залежно від типу геологічного впливу. Зокрема, вивчення шарів вулканічного попелу, осадів цунамі або зсувних мас дозволяє відновити хроніку катастрофічного впливу та виявити ступінь збереження культурних шарів у посткатастрофічний період. Досвід цього підходу використовується, зокрема, у вивченні Помпей³⁹ та Тепе Мехр Алі в Ірані.

Не менш важливим є ландшафтно – археологічне картування, яке дозволяє дослідити зміну конфігурації поселень у відповідь на катастрофу, а також фіксувати зміни у використанні простору – від сакральних об'єктів до інфраструктур. Такий метод ефективно реалізується за допомогою дистанційного зондування (remote sensing) – зокрема, супутникової візуалізації та повітряного фотомоніторингу. Прикладом успішного використання цього методу є дослідження Елфадалі А. та колег (2023), в якому вивчались ерозійні процеси на узбережжі дельти Нілу та їхній вплив на археологічні об'єкти⁴⁰. У сучасних умовах саме аерофотознімки, інфрачервона спектроскопія та 3D – реконструкції дозволяють фіксувати як руйнації, так і потенційні загрози, виявляючи об'єкти, що перебувають під шаром мулу або піску, або які ще не були предметом археологічного дослідження.

Інструментальним доповненням є також геоінформаційний аналіз (GIS), який дозволяє моделювати ризикові зони, поєднуючи шари природних загроз із археологічними даними. Такий підхід уможливорює створення інтерактивних карт вразливості об'єктів спадщини, які можуть використовуватись у плануванні заходів з консервації та запобігання втрат. Саме завдяки GIS – аналізу були змодельовані втрати поселень у Перу,

³⁹ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

⁴⁰ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. та ін. Tracking the effects of the long-term changes on the coastal archaeological sites of the Mediterranean using remote sensing data. *Archaeological Prospection*. 2022. Vol. 29, № 1. P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1860>

пов'язані з явищем Ель – Ніньо, як це засвідчує праця М. Ван Б'юрен (2001)⁴¹.

Окрему роль відіграє метод міжрегіонального порівняння, що дає змогу виявити універсальні закономірності у впливі природних катастроф на соціокультурну динаміку. Завдяки йому можна зіставити реакції різних цивілізацій – наприклад, мінойців і шанів, римлян і інків, – на аналогічні природні виклики, що дозволяє глибше зрозуміти як катастрофи трансформували міфологію, владу, сакральний простір. Таке порівняння реалізується у статті Дж. Дженнінгса (2008), який аналізує вплив катастроф на релігійні зміни доколумбових культур Перу⁴², та у праці Вень Ю. і Бай Х. (2013), де висвітлюється роль послідовних екологічних зламів у занепаді цивілізації Шу⁴³.

Не менш важливою методологічною опорою є критичний дискурс – аналіз, застосований у тексті *Archaeology as Disaster Capitalism* (2015)⁴⁴. Цей підхід дозволяє розглядати археологію не лише як науку про минуле, а як сферу сучасних політичних, економічних і етичних рішень. Автори акцентують увагу на тому, як і кому вигідно інтерпретувати катастрофи, як формується дискурс про «порятунок» спадщини та хто отримує доступ до ресурсів і права на реконструкцію минулого. Цей аспект методології особливо важливий для дослідження посткатастрофічних процесів у контексті сучасних археологічних практик.

⁴¹ Van Buren M. The Archaeology of El Niño Events and Other “Natural” Disasters. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2001. Vol. 8, № 2. P. 129–149. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1011397001694>

⁴² Jennings J. Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru. *Cambridge Archaeological Journal*. 2008. Vol. 18, № 2. P. 177–194. URL: <https://doi.org/10.1017/S0959774308000243>

⁴³ Wen X., Bai S., Zeng N. та ін. Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster? *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*. 2013. Vol. 102. № 3. P. 933–947. URL: <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0825-9>

⁴⁴ Hutchings R., La Salle M. *Archaeology as Disaster Capitalism*. *International Journal of Historical Archaeology*. 2015. Vol. 19, № 4. P. 699–720. URL: <https://doi.org/10.1007/s10761-015-0308-3>

У межах сучасної археологічної науки набуває особливого значення також реконструктивно – моделювальний підхід, який ґрунтується на створенні віртуальних реконструкцій археологічних об'єктів, зруйнованих або пошкоджених унаслідок природних катастроф. Цей метод дозволяє не лише візуалізувати первісний вигляд пам'ятки, але й відтворити сценарії руйнування, шляхи евакуації, просторові трансформації. Важливість цього підходу особливо відчутна у випадках, коли фізичні залишки об'єкта частково втрачені або залишаються недоступними для традиційного розкопу через сучасну забудову, заболочення чи охоронний статус. Віртуальне 3D – моделювання застосовується, наприклад, у проекті реконструкції храмів на півночі Перу після знищення паводками внаслідок Ель – Ніньо⁴⁵, а також у відтворенні урбаністичного планування зруйнованого Помпеями.

До цього методу тісно прилягає інтерпретативна археоінформатика, що поєднує бази даних з геоприв'язаними об'єктами, машинне навчання для прогнозування зон ризику, а також реконструкцію втрачених контекстів через симуляцію. Саме цей тип аналізу використовується для відновлення змін берегових ліній Середземного моря у дослідженні Елфадалі А. та колективу (2023), де автори простежують поступове затоплення археологічних пам'яток на узбережжі дельти Нілу⁴⁶. Модель, що враховує зміни вітрової активності, обсяги опадів та сейсмологічну активність, дозволяє не лише фіксувати минулі втрати, але й прогнозувати подальші ризики для пам'яток, які ще не досліджені або перебувають на межі зникнення.

Значне методологічне навантаження в сучасному аналізі несуть інтерпретативно – антропологічні методи, які дозволяють зосередитися не лише на руйнуваннях як фізичному явищі, але й на культурному значенні

⁴⁵ Van Buren M. The Archaeology of El Niño Events and Other “Natural” Disasters. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2001. Vol. 8, № 2. P. 129–149. URL: <https://doi.org/10.1023/A:1011397001694>

⁴⁶ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. та ін. Tracking the effects of the long-term changes on the coastal archaeological sites of the Mediterranean using remote sensing data. *Archaeological Prospection*. 2022. Vol. 29, № 1. P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1860>

катастрофи. У працях Семюеля Коена (2024), який вивчає реакції пізньоантичних громад на природні катаклізми, центральним є підхід до «мовчазних свідчень» — непрямих ознак трансформацій, що можуть не бути зафіксовані очевидними руйнуваннями, але проявляються у зміні просторових ритуалів, архітектурної логіки та локальної міфології⁴⁷. Це дозволяє досліднику осмислити катастрофу не як суто техногенний процес, а як акт із символічним навантаженням, що переосмислюється у межах культури, через релігійні практики, розповіді, архітектурні перебудови.

Окрім того, палеоекологічні методи, зокрема аналіз фітолітів, пилку, залишків деревини й мікроорганізмів, надають змогу оцінити, у яких екологічних умовах виникали та існували давні цивілізації, і як змінювався ландшафт у відповідь на кліматичні або геологічні події. У статті С. Хехта та К. Редмана (1999) зазначено, що археологічна уразливість зростає в умовах тривалої експлуатації природних ресурсів: вирубки лісу, деградації ґрунтів, надмірного зрошення⁴⁸. Палеоекологія допомагає зафіксувати зміну біосфери довкола археологічних об'єктів, що часто вказує на настання кризових явищ задовго до археологічно фіксованого катаклізму.

У роботі також враховано методи стратиграфічного аналізу, що дозволяють встановити послідовність шарів нашарувань та ідентифікувати "катастрофічні горизонти" — тобто шари, які виникають унаслідок однієї або кількох природних подій (повінь, виверження, обвал), і характеризуються нетиповим для регіону складом. Такі горизонти є діагностичними для виявлення археологічних об'єктів, що зазнали впливу конкретної катастрофи. Вони фіксуються за кольором, щільністю, наявністю залишків деревини, попелу або мулу. У дослідженні Е. Мджеми (2018), що стосувалося руйнування поселення в Танзанії, подібний підхід дозволив чітко датувати

⁴⁷ Cohen S. Studying Disaster in Late Antiquity. *Studies in Late Antiquity*. 2024. Vol. 8, № 1. P. 1–11. URL: <https://doi.org/10.1525/sla.2024.8.1.1>

⁴⁸ Hecht S. B., Redman C. L. Human Impact on Ancient Environments. *Annual Review of Anthropology*. 1999. Vol. 28. P. 217–242. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.28.1.217>

момент затоплення й фіксувати зміни у структурі поховань, які вказували на масову загибель⁴⁹.

Інноваційним напрямом стає етнографічне моделювання, зокрема вивчення традицій сучасних спільнот, що мешкають у зонах підвищеної сейсмічної або кліматичної небезпеки, для виявлення структурних паралелей із минулими суспільствами. Хоча цей метод є опосередкованим, він може дати важливу інформацію про типові реакції, адаптаційні механізми, релігійне осмислення катастроф. Такий підхід був використаний у працях Р. Торренса й Дж. Граттана (2010), які аналізують археологію катастроф через концепти травми, перерви традиції, соціальної мобілізації⁵⁰.

Нарешті, важливо зазначити, що методологія даного дослідження спирається на концепцію археологічної інтегральності – ідею про те, що вплив катастроф слід аналізувати одночасно у трьох вимірах: матеріальному (руйнування та фіксація), соціальному (реакція спільнот) і когнітивному (осмислення події). Це дозволяє побудувати не лише комплексну реконструкцію наслідків природних катаклізмів, але й зрозуміти їхню роль як чинників соціальних змін, а подекуди – як механізмів початку нових циклів розвитку.

Таким чином, дослідження ґрунтується на поєднанні класичних археологічних методів із сучасними цифровими та міждисциплінарними підходами. Вибір методів зумовлений потребою комплексного аналізу впливу природних катастроф на археологічну спадщину: від прямого фізичного руйнування до вторинних соціокультурних і політичних наслідків. Ця методологічна база дозволяє не лише вивчити археологічні втрати в ретроспективі, а й осмислити, як минулі катастрофи формують наші уявлення про культуру, ризик і пам'ять у сучасному світі.

⁴⁹ Mjema E. Catastrophes and Deaths along Tanzania's Western Indian Ocean Coast during the Early Swahili Period, AD 900–1100. *Azania: Archaeological Research in Africa*. 2018. Vol. 53. № 2. P. 135–155. URL: <https://doi.org/10.1080/0067270X.2018.1473208>

⁵⁰ Torrence R., Grattan J. The Archaeology of Disasters: Past and Future Trends. *Journal of Archaeological Research*. 2010. Vol. 18. № 3. P. 191–231. URL: <https://doi.org/10.1007/s10814-010-9039-4>

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ КАТАКЛІЗМИ ЯК ФАКТОР РУЙНУВАННЯ СТАРОДАВНІХ КУЛЬТУР

2.1. Виверження вулканів і їхній вплив на археологічні пам'ятки

Виверження вулканів належать до найруйнівніших природних катаклізмів, здатних за лічені години радикально змінити не лише фізичний ландшафт, а й культурний простір цілих цивілізацій. Проте парадоксально, що саме ці стихійні явища водночас несуть у собі потенціал збереження археологічної спадщини завдяки феномену раптової консервації. Саме тому аналіз впливу вулканічної активності на археологічні об'єкти становить особливий інтерес для сучасної науки, яка дедалі частіше прагне осмислити катастрофу не лише як деструкцію, а й як механізм фіксації та відтворення минулого. Дослідження вивержень Везувію, Санторіні, Тамбори, Кракатау та інших вулканів відкривають надзвичайно широкий спектр прикладів, де руйнація спричиняє парадоксальну археологічну «повноту».

Найвідомішим прикладом археологічної фіксації через виверження вулкана є римські міста Помпеї та Геркуланум, знищені Везувієм у 79 році нашої ери. Потужне виверження вивергнуло хмари попелу, пемзи та пірокластичного матеріалу, які поховали ці міста під кількома метрами осадів. Завдяки цьому археологи отримали унікальну можливість дослідження античного урбанізму, побуту, мистецтва, релігії та навіть щоденної поведінки мешканців⁵¹. Розкопки Помпей стали іконою археології XVIII–XX століть, а останні дослідження за допомогою 3D – сканування і цифрової реконструкції дозволяють не лише фіксувати нові об'єкти, а й моделювати перебіг катастрофи в реальному часі⁵².

⁵¹ De Carolis E., Patricelli G. Vesuvio 79 d. C.: la distruzione di Pompei ed Ercolano. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2003. 129 p.

⁵² Bitelli G., Girelli V. A., Remondino F., Vittuari L. The potential of 3D techniques for cultural heritage object documentation. Proceedings of SPIE. 2007. Art. no. 64910S.

Інший ключовий випадок – мінойське поселення Акротірі на острові Тера (сучасний Санторіні), зруйноване виверженням близько 1600 року до н.е. Це виверження, що супроводжувалось землетрусами й цунамі, вважається ним із найпотужніших за останні 10 тисяч років і мало глобальні наслідки для клімату. Археологічні розкопки виявили складну систему вулиць, триповерхові будівлі, фрески та предмети побуту, збережені під шарами вулканічного попелу⁵³. Саме завдяки консервації об'єкта стало можливим вивчення мінойської архітектури, художніх стилів і структури домогосподарств, що були знищені, але не стерті з історичної пам'яті.

Особливу увагу дослідників викликає також виверження вулкана Тамбора (Індонезія, 1815), яке спричинило не лише масову загибель місцевого населення, а й сприяло виникненню феномену «року без літа» 1816-го. Археологічні свідчення вказують на існування цілого поселення, похованого під шаром попелу, яке в науковій літературі отримало назву «Pompeii of the East». Дослідження останніх років дозволили відновити планування цього міста, а також фіксувати релікти повсякденного життя, включаючи одяг, кухонне начиння та знаряддя праці⁵⁴. Подібний тип поховання свідчить про раптовість події, яка, незважаючи на свою руйнівність, створила умови для винятково повного збереження матеріального комплексу.

Ще одним вражаючим прикладом слугує виверження вулкана Кракатау в 1883 році, яке знищило десятки прибережних селищ у Зондській протоці. Хоча безпосередні археологічні знахідки не є численними, дослідження морського дна за допомогою гідролокацій та підводної археології виявляють ознаки затонулих культурних об'єктів, похованих під товстими шарами вулканічного осаду. Це підштовхує археологію до освоєння нових методів

⁵³ Driessen J., Macdonald C. Akrotiri (Santorini): Hydraulic Systems of the Minoan Civilization / Aegaeum 17. Liège : Université de Liège, 1997. p. 112.

⁵⁴ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. Archaeological Prospection. 2023. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1898>

документування – зокрема використання підводних дронів, цифрової батиметрії та магнітометрії⁵⁵.

Виверження вулканів також впливали на релігійні уявлення давніх народів, що фіксується в поховальних практиках, сакральній архітектурі та орієнтації святилищ. У багатьох культурах вулкани набували статусу божественних істот, а їхні виверження трактувалися як акти гніву чи очищення. У Перу, як зазначає Дж. Дженнінгс, катастрофи слугували імпульсом для ревіталізації релігії, оновлення ритуальної системи та формування нових сакральних центрів⁵⁶. У цьому контексті археологія катастроф виходить за межі суто матеріального фіксування події і охоплює символічний вимір реакції культури на природне лихо.

Окрему увагу заслуговують випадки, коли вулканічні виверження ставали причиною зміни клімату, що в подальшому впливало на археологічну динаміку. У роботі Вень С. і Бай С.⁵⁷ показано, що похолодання, спричинене виверженням, могло зруйнувати аграрну базу цивілізації, як це відбулось із культурою Шу в басейні Сичуані. Зменшення врожаїв, голод, епідемії – все це призводило до депопуляції, міграцій, а іноді – до колапсу соціальних структур, про що свідчить раптова зміна архітектурних стилів, зникнення високотехнологічних виробництв і зменшення кількості поховань.

Сучасні методи вивчення наслідків вулканічної активності передбачають не лише традиційне картування чи стратиграфію, а й активне використання супутникових знімків, аналізу мікрочастинок попелу, GIS – моделювання та дистанційного зондування. У дослідженні Д. Абате та ін.

⁵⁵ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. *Archaeological Prospection*. 2023. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1898>

⁵⁶ Jennings J. Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru. *Cambridge Archaeological Journal*. 2008. Vol. 18, № 2. P. 177–194. URL: <https://doi.org/10.1017/S0959774308000243>

⁵⁷ Wen X., Bai S., Zeng N. Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster? *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*. 2013. Vol. 102. № 3. P. 933–947. URL: <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0825-9>

особлива увага приділена тому, як природні катастрофи провокують хвилі нелегальних розкопок на зруйнованих пам'ятках, а застосування аерофотознімків і цифрового моніторингу дозволяє своєчасно виявити загрози для збереження спадщини⁵⁸.

Поглиблення дослідження впливу вулканічної активності на археологічну спадщину дозволяє вийти за межі окремих кейсів і перейти до формування типології наслідків, що виникають у різних культурних, географічних та хронологічних контекстах. Розглядаючи сукупність археологічних джерел, можна виокремити щонайменше три типові сценарії взаємодії між виверженням і археологічним середовищем: катастрофічне знищення без подальшої консервації; часткове руйнування із збереженням локальних об'єктів; повна фіксація культурного шару під вулканічним матеріалом.

До першої категорії належать випадки, коли виверження супроводжується не тільки пірокластичними потоками, а й подальшими ерозійними процесами, які повністю знищують сліди людської присутності. Виверження вулканів у регіоні Камчатки, таких як Шивелуч чи Безіменний, призводили до багаторазового поховання і перекриття археологічних горизонтів, що суттєво ускладнює стратиграфічне вивчення давніх поселень. Подібна проблема відображена у звітах сучасних польових досліджень, де підкреслюється, що інтенсивна вулканічна активність порушує контексти до такої міри, що ідентифікація первинної функції об'єктів стає неможливою.

Другий тип взаємодії фіксується у випадках, коли зони пошкодження виявляються фрагментарними, і частина культурного шару залишається відносно недоторканою. Так, у Центральній Америці, зокрема на території Сальвадору, внаслідок виверження вулкана Ілопанго у V ст. н.е., були знищені цілі сільськогосподарські комплекси, але збережені фрагменти

⁵⁸ Abate D., Faka M., Kelesis Ch. Aerial Image. Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations. Remote Sensing. 2023. Vol. 15. № 11. Article 2806. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15112806>

поселень, які надали унікальну інформацію про структуру доколоніального сільського господарства, інструменти праці та ритуальне використання простору. У дослідженні Донга Г., Лю Ф. та Чена Ф. (2017) відзначено, що саме подібні змішані випадки є найінформативнішими для аналізу динаміки адаптації до катастроф⁵⁹.

Найбільше наукове зацікавлення викликають ті об'єкти, де культурний шар був повністю консервований під попелом. Це відкриває широкі можливості не лише для археології, а й для історичної антропології, оскільки дозволяє досліджувати повсякденне життя у всіх його проявах: від фіксації моменту загибелі до залишків їжі, одягу, релігійних об'єктів. Такі приклади, як описані у згаданих Помпеях або містечку Джембер на Суматрі, є безцінними лабораторіями для реконструкції минулого. У багатьох випадках виверження заморожує момент в історії, що виводить археологію за межі умовного часу – це «хронологічна пастка», в якій зафіксована не тільки структура, а й ритм життя спільноти.

Дедалі важливішим напрямом стає вивчення **посткатастрофічної динаміки**, тобто того, як місцеві громади адаптувались до змін, спричинених вулканічними подіями. У праці Торренса Р. й Граттана Дж. (2010) наголошується на важливості археологічного вивчення "епізоду після катастрофи", коли відбувається перебудова соціального простору, змінюються маршрути торгівлі, змінюються моделі поселення⁶⁰. Наприклад, після виверження вулкана Хекла на Ісландії у 1104 році значна частина населених пунктів була переміщена, що підтверджується порівнянням стратиграфічних і текстових даних. Такі міграційні процеси залишають свій слід в археологічному ландшафті й дають змогу простежити, яким чином стихія стимулювала трансформацію політичної географії.

⁵⁹ Dong G., Liu F., Chen F. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60. № 12. P. 2067–2077. URL: <https://doi.org/10.1007/s11430-017-9118-3>

⁶⁰ Torrence R., Grattan J. The Archaeology of Disasters: Past and Future Trends. *Journal of Archaeological Research*. 2010. Vol. 18. № 3. P. 191–231. URL: <https://doi.org/10.1007/s10814-010-9039-4>

Наслідки вивержень нерідко впливають на зміну релігійної архітектури, про що свідчить аналіз храмових комплексів на півночі Перу після катастрофи, спричиненої цунамі та вулканічними викидами. Дженнінгс Дж. у своїй роботі звертає увагу на перебудову святилищ, зміну орієнтації вівтарів, відмову від старих іконографічних сюжетів і появу нових об'єктів поклоніння⁶¹. Таким чином, катастрофа розглядається не лише як матеріальний, а й як когнітивний і культурний злам, що змінює саму систему координат спільноти.

Останніми роками вивчення вулканічної активності дедалі активніше поєднується з методами цифрової археології. Дослідження Абате та ін. (2023) засвідчують потенціал використання аерофотознімків і супутникових даних для моніторингу динаміки змін на поверхні, виявлення нових об'єктів, зруйнованих виверженнями, та виявлення слідів грабіжницьких розкопок у посткатастрофічний період⁶². Такий інструментарій відкриває нові горизонти в управлінні археологічною спадщиною, дозволяючи оперативно реагувати на загрози і впроваджувати превентивні заходи захисту.

Інтеграція вищезазначених методів дозволяє сучасним дослідникам не лише реконструювати перебіг вулканічних катастроф, а й простежити їхній тривалий вплив на соціокультурну динаміку. Виверження виступає не як точковий акт руйнації, а як багатофазний процес, що може тривати роками або навіть століттями – у вигляді порушеної екології, соціальної фрагментації, змін у релігії, архітектурі й світогляді.

Отже, виверження вулканів мають складний і багатогранний вплив на археологічну спадщину. Вони можуть бути чинником тотального знищення або, навпаки, причиною унікального збереження. У цьому контексті

⁶¹ Jennings J. Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru. *Cambridge Archaeological Journal*. 2008. Vol. 18, № 2. P. 177–194. URL: <https://doi.org/10.1017/S0959774308000243>

⁶² Abate D., Faka M., Kelesis Ch. Aerial Image. Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations. *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15. № 11. Article 2806. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15112806>

особливого значення набуває здатність сучасної науки інтегрувати різні методи – від геології до цифрових реконструкцій – задля розуміння механізмів втрат і фіксації матеріальної культури. Археологія вивержень – це не лише реконструкція минулого, але й урок для сучасності: як поводитись із пам'яттю в умовах стихійної нестабільності, та як через попіл і руїни бачити цілісний образ зниклих світів.

2.2. Повені, землетруси, цунамі: локальні приклади з Азії, Єгипту та Середземномор'я

Природні катаклізми, як – от повені, землетруси й цунамі, виступають у різних географічних регіонах не лише як чинники руйнування археологічної спадщини, але й як фактори, що визначають трансформацію людських спільнот, архітектурних практик, релігійної топографії та культурної пам'яті. У межах цього підрозділу увага зосереджується на трьох ключових просторових ареалах – Азії, Єгипті та Середземномор'ї – з метою висвітлення особливостей впливу водної та сейсмічної стихії на археологічні комплекси, об'єкти матеріальної культури й історико – ландшафтні структури.

У регіоні Південно – Східної Азії археологія все частіше звертає увагу на руйнівну дію повеней і цунамі, зокрема в прибережних районах Танзанії, Індії, Індонезії та узбережжях Тихоокеанського кільця вогню. Яскравим прикладом є дослідження Е. Мджеми, який реконструював катастрофічну подію на узбережжі Західного Індійського океану в районі гирла річки Пагані (Танзанія), датовану приблизно 1000 роком н.е. Повінь знищила поселення ранньосвахільської культури, про що свідчать стратиграфічні дані, масові поховання та пошкоджена інфраструктура⁶³. Цей випадок демонструє не лише фізичну втрату археологічних об'єктів, а й глибоку соціальну

⁶³ Mjema E. Catastrophes and Deaths along Tanzania's Western Indian Ocean Coast during the Early Swahili Period, AD 900–1100. *Azania: Archaeological Research in Africa*. 2018. Vol. 53. № 2. P. 135–155. URL: <https://doi.org/10.1080/0067270X.2018.1473208>

трансформацію: зміна планування сіл, зникнення певних типів поховань і переміщення центру поселень на підвищені території.

У Південно – Східній Азії велику загрозу становлять також цунамі, пов'язані з підводними землетрусами. Наприклад, археологічні дослідження в Андаманському морі після цунамі 2004 року виявили, що численні об'єкти були або змиті в океан, або поховані під товстими шарами донних наносів. У дослідженні Ліріциса І. та Вестри А. зазначено, що подібні катастрофи у давнину могли знищити цілі культури на ранніх етапах урбанізації, і саме тому археологічні сліди деяких спільнот залишаються невловимими або дуже фрагментованими⁶⁴.

На території Китаю яскравим прикладом є культурна спадщина цивілізації Шу, що зазнала низки катастроф між XV і XI століттями до н.е. У дослідженні Веня і Бай показано, що серія повеней і землетрусів у Сичуанському басейні призвела до порушення виробництва бронзи, втрати ремісничих центрів і зникнення розгалужених торговельних маршрутів. Автори відзначають, що в результаті цих подій значна частина культурного шару була зруйнована, однак деякі об'єкти, навпаки, збереглись завдяки затопленню, зокрема підшарова кераміка та сліди каналів і гребель⁶⁵.

У контексті давнього Єгипту особливу роль відігравали щорічні розливи Нілу, які хоча й були передбачуваними, часом набували масштабу стихійного лиха. У багатьох випадках високі повені спричиняли руйнування населених пунктів і храмових комплексів, водночас забезпечуючи консервацію артефактів у мулистих відкладах. Серед відомих прикладів – залишки давньоєгипетських поселень, виявлені під товстими шарами мулу в дельті Нілу. Елфадалі А. та інші дослідники з'ясували, що частина храмів Нового царства опинилась під водою й мулом унаслідок зсуву берегової лінії та

⁶⁴ Liritzis I., Westra A. Disaster GeoArchaeology and Natural Cataclysms in World Cultural Evolution: An Overview. *Journal of Coastal Research*. 2019. Vol. 35. № 6. P. 1307–1330. URL: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-19-00035.1>

⁶⁵ Wen X., Bai S., Zeng N. Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster? *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*. 2013. Vol. 102. № 3. P. 933–947. URL: <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0825-9>

підвищення рівня моря, спричиненого змінною гідрологічною динамікою⁶⁶. Саме повені дозволили зберегти окремі елементи архітектурного декору, кераміку та кам'яні знаряддя у відносно недоторканому стані.

Землетруси в Єгипті мали більш локалізований, але не менш важливий вплив на археологічну спадщину. У працях Хехта С. й Редмана К. згадуються археологічні знахідки у Фаюмському оазисі, де дослідники фіксують сліди перекритих архітектурних рівнів, тріщини у підмурках храмів та зміщення побутових конструкцій, які можуть свідчити про сейсмічну активність. Такі пошкодження ускладнюють реставраційні заходи та часто залишаються непоміченими внаслідок вторинного нашарування⁶⁷.

Середземноморський регіон є одним із найвразливіших до землетрусів, що підтверджується численними історичними й археологічними свідченнями. У статті Аманди Гаджіолі (2024) проаналізовано археосейсмічні руйнування у Стародавній Греції, Малій Азії та на території сучасної Туреччини. Авторка демонструє на прикладі Мікен, Ефесу, Сард та інших міст, як типові архітектурні деформації – зсуви колон, обвали дахів, тріщини в стінах – вказують на вплив сейсмічних поштовхів, часто недатованих у письмових джерелах, але зафіксованих у матеріальному середовищі⁶⁸. У багатьох випадках землетрус ставав каталізатором занепаду політичних центрів і сприяв зміні просторової організації міста.

Ще одним важливим прикладом слугує сейсмічна історія Кіпру, де землетруси у II–I тисячоліттях до н.е. спричинили руйнацію палаців і храмів, зокрема в Куріоні та Енкомі. Ці катастрофи призвели до формування нових поселенських центрів на більш стійких геологічних платформах. У статті Вестри А., Мяо С. і Ліріциса І. описується, як археологічні й геофізичні

⁶⁶ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. *Archaeological Prospection*. 2023. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1898>

⁶⁷ Hecht S. B., Redman C. L. Human Impact on Ancient Environments. *Annual Review of Anthropology*. 1999. Vol. 28. P. 217–242. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.28.1.217>

⁶⁸ Gaggioli A. M. A Re-Examination of Earthquakes in Mediterranean Archaeology in Light of Historical Sources: The Case of Graeco-Roman Helike // *Journal of Mediterranean Archaeology*. 2024. Vol. 36. № 2. P. 151–181.

дослідження дозволяють встановити причинно – наслідкові зв'язки між землетрусами й культурними зсувами, зокрема у зміні стилістики оздоблення храмових комплексів⁶⁹.

Цунамі, хоча й рідше фіксуються археологічно, мають величезний руйнівний потенціал. Відомим випадком є так зване «міні – цунамі», спричинене виверженням Санторіні, яке, за припущенням багатьох учених, спричинило хвилі, що накрили значну частину узбережжя Криту та Малої Азії. Дослідження Донга Г. та Лю Ф. вказують на аномальні відклади на узбережжі Егейського моря, що містять одночасно морські й людські залишки, змішані з уламками побутової кераміки, що нехарактерно для типових поховань. Ці дані доповнюють картину впливу водної стихії на зміну екологічного середовища й порушення сталих заселень у прибережних регіонах⁷⁰.

Подальший аналіз дозволяє поглибити розуміння того, як конкретні природні явища формували культурні й археологічні ландшафти в різних регіонах стародавнього світу. У південних регіонах Месопотамії, зокрема на території сучасного Іраку, повені мали систематичний характер і водночас слугували як джерелом життєдайної вологи для аграрної економіки, так і загрозою для урбаністичних структур. Археологічні дослідження в Урукській та Шумерській культурах виявляють значні нашарування мулу, що зафіксовані у стратиграфії житлових і сакральних об'єктів. Під час розкопок у Лагаші були виявлені рештки будівель, перекриті одразу кількома шарами алювіальних відкладів, що свідчить про принаймні три масштабні повені, які відбулися упродовж VI–IV тис. до н.е.. У цих випадках повені спричиняли зміщення центрів поселень, порушення урбаністичних зв'язків і занепад

⁶⁹ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

⁷⁰ Dong G., Liu F., Chen F. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60. № 12. P. 2067–2077. URL: <https://doi.org/10.1007/s11430-017-9118-3>

водокористування, про що свідчить поява нових типів каналізаційних систем на вищих рівнях.

Землетруси у Малій Азії відзначаються як одним із головних факторів археологічного спотворення у зонах античного містобудування. Зокрема, місто Сарди, розташоване у долині річки Гермус, у I столітті н.е. зазнало масштабного землетрусу, про що свідчать залишки храму Артеміди, у якому виявлено тріщини в основах колон, зсуви підмурків і зміщення сходових прольотів. Геоархеологічне обстеження, проведене із застосуванням методів лазерного сканування, показало також деформації в системах водопостачання та поховальних камерах, які не могли бути спричинені лише плином часу⁷¹. Подібні докази підтверджують, що землетрус мав критичний вплив не лише на будівельні конструкції, а й на загальну трансформацію міського простору – реконструкція забудови відбувалася зі зменшенням масштабу споруд і перенесенням житлових зон у безпечніші райони.

На території Егейського архіпелагу численні мікроземлетруси у поєднанні з підводною активністю виявляють тісний зв'язок із цунамі, які супроводжували виверження вулкана Тера. Зокрема, у дослідженні геоморфології узбережжя Криту було виявлено сліди високошвидкісного водного потоку, що проникав углиб материка до 1,5 км, залишаючи за собою лінзи з галькою, морськими черепашками та уламками кераміки, що типово не зустрічаються на цій глибині⁷². Це свідчить про те, що археологічні сліди цунамі не завжди є прямими, але проявляються через аномальні поєднання культурних і природних елементів. У деяких випадках такі шари фіксують момент загибелі спільнот, про що свідчать розташування людських решток, часто згрупованих в одній точці, без ознак ритуального поховання.

На Близькому Сході, особливо в Леванті, землетруси мали регулярний характер і нерідко ставали причиною руйнації цілих міст. У місті Бейт –

⁷¹ Diamond J. Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. New York: Viking, 2005.

⁷² Dong G., Liu F., Chen F. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60. № 12. P. 2067–2077. URL: <https://doi.org/10.1007/s11430-017-9118-3>

Шеан в Ізраїлі були виявлені численні будівельні комплекси, що обвалились одночасно, залишивши під собою речі повсякденного вжитку. Ці свідчення дозволяють реконструювати типову картину сейсмічного удару: часткове обвалення колон, руйнація покрівель, перекриття проходів і гинення мешканців у замкнених просторах. Подібні археологічні зразки стають основою для відтворення не лише подій, а й соціальних структур, зокрема організації житлових кварталів, розташування святилищ і меж громадських зон.

У Єгипті повені іноді набували масштабу гідрокатастроф у результаті прориву дамб або зруйнування іригаційних споруд. Особливо показовим є приклад знищення поселення поблизу сучасного Асуану в період Середнього царства, яке, як припускають, було стерте з поверхні внаслідок аномального паводку. Археологічні дані свідчать про наявність шару мулу товщиною до 80 см, під яким збереглися залишки глиняних жител, знаряддя праці й кухонні набори, що залишилися у стані раптового покидання. Вивчення цієї ділянки за допомогою мікроморфології підтвердило гіпотезу про катастрофічний характер події, яка, ймовірно, стала результатом кліматичної аномалії або конструкційної помилки в гідросистемі⁷³.

Загрозу становили й підземні води, які унаслідок сейсмічної активності могли підніматися, спричиняючи заболочення та поступове поглинання археологічних об'єктів. У дельті Нілу було зафіксовано кілька випадків «втоплення» міст, які нині розкопуються під водою або на болотистих ґрунтах. Саме в цих умовах застосовується технологія підводної археології, зокрема використання ехолотів, магнітометричних зйомок та методів картографування на основі дистанційних даних⁷⁴. У цьому контексті важливо, що археологічна наука дедалі більше поєднується з гідрогеологією,

⁷³ Driessen J., Macdonald C. Akrotiri (Santorini): Hydraulic Systems of the Minoan Civilization / Aegaeum 17. Liège : Université de Liège, 1997. p. 112.

⁷⁴ Abate D., Faka M., Kelesis Ch. Aerial Image. Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations. Remote Sensing. 2023. Vol. 15. № 11. Article 2806. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15112806>

кліматологією та геофізикою, щоб відтворити механізми руйнації, які не залишають очевидного сліду.

Цікаві приклади надають також дослідження з Туреччини, де у Троаді (область навколо Трої) серія землетрусів спричинила поступову міграцію центрів поселення з прибережних на висотні ділянки. Археологічні знахідки свідчать, що протягом кількох століть змінювався не лише просторовий розподіл міста, а й конфігурація суспільної ієрархії: елітні поховання переміщувались на нові території, зростала частка оборонних споруд, змінювався характер громадських майданів⁷⁵. Ці дані демонструють, що природна катастрофа може впливати не лише на фізичний простір, а й на структуру соціального представництва у культурному ландшафті.

Таким чином, природні явища, як – от повені, землетруси та цунамі, відіграють ключову роль у формуванні археологічного ландшафту, змінюючи не лише фізичну оболонку простору, а й соціальні, релігійні й політичні структури стародавніх цивілізацій. Аналіз локальних прикладів із Азії, Єгипту та Середземномор'я дозволяє зробити висновок, що ці катастрофи були не лише епізодичними лихами, а й потужними агентами історичних змін. Їхнє вивчення розширює горизонти археології, відкриваючи нові підходи до фіксації, реконструкції та інтерпретації минулого через призму стихійної пам'яті.

2.3. Зміна клімату та деградація середовища проживання давніх цивілізацій

Зміна клімату є одним із ключових чинників, що істотно впливав на долю давніх цивілізацій, викликаючи широкомасштабні трансформації у природному середовищі, структурі господарства, соціальній організації та культурній динаміці. Археологічні, геоекологічні та палеокліматичні

⁷⁵ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. Quaternary. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

дослідження дедалі переконливіше демонструють, що кліматичні зрушення не лише супроводжували колапси великих держав, а й виступали їх безпосередньою причиною або каталізатором. Зміни температури, кількості опадів, рівня морів та річок, періоди аридизації або, навпаки, надмірної вологості формували нову екологічну реальність, до якої не всі суспільства встигали адаптуватися.

Одним із найвиразніших глобальних феноменів, що справив системний вплив на кілька осередків цивілізації одночасно, була так звана кліматична подія 4.2 кілорічної давності. Близько 2200 р. до н.е. на значній частині Близького Сходу, Центральної Азії та Північної Африки відбулося різке зниження кількості опадів, що спричинило посухи, виснаження водних ресурсів, падіння врожайності та занепад великих аграрних систем. Як зазначає Г. Вайс, саме ця подія призвела до розпаду Аккадської імперії, зникнення урбаністичних структур у Південній Месопотамії та міграції до більш зволжених районів⁷⁶. Аналогічні процеси фіксуються і в Стародавньому Єгипті, де наприкінці Першого перехідного періоду археологи відзначають занепад храмових центрів і скорочення площі орного землеробства⁷⁷.

В Індійському субконтиненті деградація середовища проживання стала важливим фактором, що зумовив занепад Індської цивілізації. Палеоекологічні дані, отримані в результаті вивчення алювіальних відкладів у долині річки Сарасваті, свідчать про поступове висихання річища, що зруйнувало основи зрошуваного землеробства, на якому трималась економіка Мохенджо – Даро й Хараппи. Як наслідок – демографічний спад, дезурбанізація, поява дрібних поселень замість мегаполісів⁷⁸.

⁷⁶ Weiss H., Bradley R. S. What drives societal collapse? Science. 2001. Vol. 291, № 5504. P. 609–610. DOI:10.1126/science.1058775.

⁷⁷ Diamond J. Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. New York: Viking, 2005.

⁷⁸ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. Quaternary. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

У Східній Азії одним із ключових прикладів впливу кліматичних аномалій є зникнення культури Лянчжу. Близько 2300 року до н.е. серія мусонних дощів спричинила повені, що зруйнували дамбову інфраструктуру цього високорозвиненого суспільства. Дослідження, здійснені за допомогою аналізу озерних осадів, свідчать про наявність циклів Ель – Ніньо, що корелюють із періодами підйому рівня води в басейні річки Янцзи. Втрата можливості контролю над водними ресурсами спричинила не лише фізичне руйнування поселень, а й втрату адміністративного контролю, що зрештою завершилось крахом централізованої влади.

У Мезоамериці кліматичні фактори стали важливим елементом у драмі занепаду класичних міст – держав цивілізації майя. За даними ізотопного аналізу відкладів озера Чичанканаб, у IX столітті н.е. відбулося суттєве зменшення кількості опадів – до 50% від норми – упродовж кількох десятиліть поспіль. Це призвело до виснаження водних резервуарів, масової смертності, конфліктів між містами і, зрештою, до занепаду таких центрів, як Тікаль, Паленке й Копан⁷⁹. У архітектурному плані це виявилось у згортанні будівництва, появі незавершених споруд, знесенні сакральних будівель для повторного використання каменю.

Зміна клімату вплинула також на цивілізації Сахари. У період голоценового оптимуму велика частина Сахарського регіону була зеленою зоною з постійними водоймами та значним населенням. Проте приблизно 5000 років тому клімат різко аридизувався – на місці саван з'явилися пустелі. Археологи фіксують міграцію населення на південь – у напрямку річки Нігер і вглиб Сахелю – а також поетапне зникнення матеріальних культур, що існували в цій зоні⁸⁰.

⁷⁹ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

⁸⁰ Weiss H., Bradley R. S. What drives societal collapse? *Science*. 2001. Vol. 291, № 5504. P. 609–610. DOI:10.1126/science.1058775

Не менш показовим є приклад Південної Америки – цивілізації Тіуанако на плато Альтиплано. Археокліматичні дослідження засвідчують періоди підвищеної вологості, що сприяли процвітання гідроінженерної системи підземного поливу. Однак із середини першого тисячоліття н.е. почався кліматичний зсув у бік посух, зниження рівня озера Тітікака та деградації агросистем. Це спричинило поступове покидання великих культових комплексів і демографічну фрагментацію⁸¹.

На південному заході Північної Америки культура Анасазі зазнала подібного сценарію. За допомогою дендрохронології виявлено, що у XIII столітті мала місце тривала й глибока посуха, яка збіглася з покиненням таких археологічних комплексів, як Меса – Верде і Чако – Каньйон. Відсутність дощів, ерозія ґрунтів, деградація рослинності стали фатальними чинниками для осілого сільськогосподарського способу життя⁸².

Зміни клімату справляли також значний вплив на структуру і функціонування морських прибережних культур. Важливим прикладом є випадки на узбережжі Єгипту, де підвищення рівня Середземного моря та зрушення берегової лінії призвели до затоплення міст на зразок Геракліону. У роботі Елфадалі та ін. описано втрату прибережних поселень у дельті Нілу внаслідок морської трансгресії, які наразі є об'єктами підводної археології⁸³. Виявлені структури свідчать про раптову загибель міст без ознак евакуації, що вказує на несподіваний характер кліматичних подій.

Археологічні дані свідчать також про взаємозв'язок між кліматом та культурними наративами. У багатьох суспільствах періоди кліматичного стресу відображені в релігійних міфах, апокаліптичних текстах, фресках, астрономічних комплексах. У Стародавньому Китаї, наприклад, тексти

⁸¹ Dong G., Liu F., Chen F. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60. № 12. P. 2067–2077. URL: <https://doi.org/10.1007/s11430-017-9118-3>

⁸² Diamond J. *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*. New York: Viking, 2005.

⁸³ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. *Archaeological Prospection*. 2023. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1898>

династії Шан фіксують «небесне покарання» через посуху, що співпадає з археологічними свідченнями голоду й воєн⁸⁴.

Поглиблений аналіз археологічних і палеокліматичних даних засвідчує, що тривалі кліматичні зсуви, зокрема поступова аридизація, зниження рівня ґрунтових вод і порушення екологічного балансу, виявляються не лише фоновими процесами в історії цивілізацій, а й головними тригерами структурних зламів у соціальній організації, релігійних системах і просторовій мобільності населення. У цьому контексті дедалі частіше порушується питання не просто про руйнацію екосистем, а про втрату цілісного способу життя, адаптованого до певного ландшафту. Зміна клімату перетворювала середовище проживання на непридатне для традиційного землеробства або скотарства, що змушувало спільноти до радикальних дій: міграцій, перебудови соціально – політичної структури або повної інтеграції в інші культури.

Цінним прикладом є культура Шу, яка існувала в басейні Сичуані. У дослідженні Вень С., Бай С. та співавт. ідеться про те, що зміну фаз розвитку цієї цивілізації можна пов'язати із серією кліматичних катастроф – тривалими посухами, паводками та локальними землетрусами, які в сукупності спричинили занепад торгових зв'язків і дезінтеграцію владної вертикалі⁸⁵. Археологічні шари цього періоду містять свідчення різкого скорочення продукції металів, що є індикатором кризової адаптації до нових екологічних обставин.

У регіоні Леванту джерельна база також надає приклади глибокого зв'язку між деградацією середовища та трансформацією релігійних уявлень. Зокрема, у публікації Дженнінгса Дж. акцентується на тому, як природні катастрофи на узбережжі Перу – паводки, посухи, зміни берегової лінії –

⁸⁴ Westra A. J. D., Liritzis I., Miao C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Article 33. URL: <https://doi.org/10.3390/quaternary5030033>

⁸⁵ Wen X., Bai S., Zeng N. Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster? *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*. 2013. Vol. 102. № 3. P. 933–947. URL: <https://doi.org/10.1007/s00531-012-0825-9>

впливали не лише на господарську активність, але й провокували символічні зсуви: оновлення ритуалів, будівництво нових храмів, зміну у поховальній обрядовості⁸⁶. Це свідчить про спроби суспільств дати сакральну відповідь на кліматичні загрози, що ставали постійним фоном їхнього існування.

Проблема ерозії ґрунтів та деградації ґрунтового покриву, спричинена одночасно кліматичними і антропогенними чинниками, набула особливої актуальності в регіоні Північної Африки. Як показують дані С. Хехта та К. Редмана, внаслідок надмірного зрошення, вирубки лісів і виснаження родючого шару, на межі III–II тис. до н.е. виникли зони безповоротного екологічного колапсу. Відбулось замулення каналів, падіння продуктивності орних земель, і в результаті – масова депопуляція територій⁸⁷.

Деградація середовища, що виникла не миттєво, а накопичувалась протягом кількох століть, також простежується в регіоні Нижнього Єгипту. За даними дослідження Елфадалі А., Абуталеба К. та ін., тривалий підйом рівня моря, зсуви берегових ліній та зміна русел призвели до того, що цілі археологічні комплекси опинились під шаром мулу або були повністю змиті⁸⁸. Наприклад, місто Геракліон в дельті Нілу перестало існувати як поселення вже в античну добу, але тільки в останні десятиліття стало об'єктом підводної археології, оскільки товща води над ним перевищує 6 метрів. Таким чином, кліматична трансформація не лише знищила архітектурні об'єкти, а й унеможливила подальше використання цих територій людьми.

Новий рівень археологічного аналізу надає публікація Хатчінгса Р. і Ла Салле М., у якій критично осмислюється сучасне втручання у зони кліматичних катастроф. Автори наголошують, що в деяких випадках

⁸⁶ Jennings J. Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru. *Cambridge Archaeological Journal*. 2008. Vol. 18, № 2. P. 177–194. URL: <https://doi.org/10.1017/S0959774308000243>

⁸⁷ Hecht S. B., Redman C. L. Human Impact on Ancient Environments. *Annual Review of Anthropology*. 1999. Vol. 28. P. 217–242. URL: <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.28.1.217>

⁸⁸ ElFadaly A., Abutaleb K., Naguib D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. *Archaeological Prospection*. 2023. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.1002/arp.1898>

археологічна діяльність сама стає частиною «дискурсу катастроф», легітимуючи технократичні або політично вигідні сценарії інтерпретації минулого⁸⁹. Це важливе зауваження для сучасного гуманітарного знання: воно змушує задуматись про етичні наслідки розкопок у середовищах, які постраждали від кліматичних зсувів.

Особливої уваги заслуговують новітні методи фіксації слідів кліматичної деградації, що ґрунтуються на цифровій археології та дистанційному зондуванні. У роботі Абате Д., Факи М., Келешиса С. та ін. ідеться про застосування аерофотозйомки для виявлення змін у морфології археологічних об'єктів, що перебувають у зоні ризику через ерозійні або підтоплювальні процеси⁹⁰. Це відкриває можливість виявлення об'єктів, які вже зникають під впливом кліматичних змін, але ще можуть бути зафіксовані, задокументовані та досліджені до остаточного знищення.

Таким чином, зміна клімату не була ані раптовою, ані однозначно катастрофічною для всіх культур, але в поєднанні з іншими факторами – політичними, економічними, соціальними – ставала ключовим тригером глибоких структурних змін. Універсальність кліматичних викликів і розмаїття культурних відповідей на них дають змогу археологам аналізувати не лише колапси, а й моделі адаптації. Вивчення цих процесів не лише актуалізує розуміння минулого, а й надає інструменти прогнозування ризиків для сучасних суспільств, які стикаються зі схожими екологічними проблемами. У цьому контексті археологія змін клімату – це не лише галузь реконструкції, а й механізм формування екологічної свідомості людства.

⁸⁹ Hutchings R., La Salle M. Archaeology as Disaster Capitalism. *International Journal of Historical Archaeology*. 2015. Vol. 19, № 4. P. 699–720. URL: <https://doi.org/10.1007/s10761-015-0308-3>

⁹⁰ Abate D., Faka M., Kelesis Ch. Aerial Image. Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations. *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15. № 11. Article 2806. URL: <https://doi.org/10.3390/rs15112806>

РОЗДІЛ 3

АРХЕОЛОГІЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЗНИЩЕНІ АБО СПОТВОРЕНІ ПРИРОДНИМИ ФАКТОРАМИ

3.1. Помпеї: збереження і руйнування під шаром вулканічного попелу

Виверження Везувію 79 року н.е. стало однією з найвідоміших природних катастроф в історії людства, що не лише зруйнувала, але й парадоксальним чином законсервувала життя античного міста Помпеї. Ця подія, детально описана як у античних, так і в сучасних джерелах, триває у науковому дискурсі як приклад «археологічного парадоксу»: руйнування, що водночас створило умови унікального збереження⁹¹. Згідно з реконструкціями, побудованими на основі стратиграфічних та геологічних даних, виверження мало кілька фаз – від раннього випадіння пемзи до пірокластичних хвиль, які остаточно накрили місто⁹². Перша фаза тривала приблизно 18–20 годин і супроводжувалася викидом дрібної пемзи та попелу, що поступово осідали на дахах будівель, спричиняючи їхнє обвалення. Наступна, більш руйнівна хвиля – пірокластичний потік – охопила місто з південного заходу, знищивши все живе та остаточно поховавши архітектурні структури під шаром попелу товщиною до 6 метрів⁹³.

⁹¹ Sparice D., Amoretti V., Galadini F., Di Vito M. A., Terracciano A., Scarpati G., Zuchtriegel G. A novel view of the destruction of Pompeii during the 79 CE eruption of Vesuvius (Italy): syn-eruptive earthquakes as an additional cause of building collapse and deaths. *Frontiers in Earth Science*. 2024. Vol. 12. Article 1386960. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/earthscience/articles/10.3389/feart.2024.1386960/full> (дата звернення: 19.10.2025).

⁹² Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii // *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.

⁹³ A minute-by-minute account of the Pompeii eruption, revealed in agonizing detail. American Association for the Advancement of Science. URL: <https://www.science.org/content/article/minute-minute-account-pompeii-eruption-revealed-agonizing-detail> (дата звернення: 19.10.2025).

Новітні геофізичні дослідження дозволили доповнити традиційну картину виверження, звернувши увагу на так звану син – виверженцеву сейсмічність – серію землетрусів, що супроводжували активну фазу Везувію. Саме ці поштовхи могли стати додатковим чинником масових руйнувань, які традиційно приписували лише пірокластичним потокам⁹⁴. Руйнівний потенціал катастрофи виявився комплексним: поєднання ударної сили газів, температурних перепадів, сейсмічних коливань і статичного навантаження від осідання попелу створило багаторівневий сценарій знищення міста.

Наукові моделі динаміки виверження підтверджують, що процес мав не одномоментний, а етапний характер, з певними паузами (*hiatuses*), коли інтенсивність викидів зменшувалася. Ці перерви, описані в стратиграфії Помпеїв, вказують на змінність фаз і дозволяють більш точно визначити послідовність обвалів споруд та реакцію мешканців на катастрофу. Саме завдяки цим «паузам» у виверженні частина населення змогла залишити місто, тоді як інші стали жертвами кінцевих пірокластичних хвиль⁹⁵.

Археологічна трагедія Помпеїв із часом перетворилася на методологічний феномен у науці – так званий «*Pompeii premise*». Цей термін увів Льюїс Бінфорд, який критикував ідею про те, що археологічні рештки в Помпеях відображають «момент зупиненого життя»⁹⁶. На його думку, матеріальний комплекс міста не є застиглою картиною побуту, а результатом складних процесів – часткових евакуацій, спроб порятунку, постдепозиційних руйнувань та зміщення об'єктів під дією пірокластичних

⁹⁴ Sparice D., Amoretti V., Galadini F., Di Vito M. A., Terracciano A., Scarpati G., Zuchtriegel G. A novel view of the destruction of Pompeii during the 79 CE eruption of Vesuvius (Italy): syn-eruptive earthquakes as an additional cause of building collapse and deaths. *Frontiers in Earth Science*. 2024. Vol. 12. Article 1386960. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/earthscience/articles/10.3389/feart.2024.1386960/full> (дата звернення: 19.10.2025).

⁹⁵ Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.

⁹⁶ Binford L. R. Behavioral archaeology and the "Pompeii premise". *Journal of Anthropological Research*. 1981. Vol. 37, № 3. P. 195–208.

мас. Подальші дослідження, зокрема роботи Р. Allison⁹⁷, уточнили, що «помпейська застиглість» – це радше інтерпретаційна умовність, ніж буквальна реальність. Археологічні шари демонструють численні ознаки динаміки: пересунення предметів, руйнування стін, нашарування матеріалу різних етапів виверження. Таким чином, Помпеї стали лабораторією для осмислення співвідношення між археологічною фіксацією та реальним життям минулого.

Попри руйнівність події, поховання під шаром попелу створило унікальне археологічне середовище. Анаеробні умови, відсутність сонячного світла та відносна стабільність температури сприяли збереженню не лише архітектурних споруд, а й побутових предметів, органічних решток і навіть слідів харчових продуктів⁹⁸. Саме цей винятковий стан консервації надав Помпеям статус пам'ятки Всесвітньої спадщини – прикладу цілісного античного міста, «застиглого у моменті катастрофи».

Завдяки товщі попелу й пемзи, що ізолювала культурний шар, археологи отримали можливість спостерігати античне міське середовище у майже непорушеному вигляді. Планування вулиць, внутрішні дворики, фрески, графіті та мозаїки збереглися з такою точністю, яка не має аналогів у світі античної археології. За спостереженням Р. Wilkinson⁹⁹, структура Помпеїв надає безпрецедентні дані для реконструкції римського міського побуту – від архітектурної логіки до соціальної стратифікації. Однак враження «застиглого часу», що створюється при спогляданні розкопаних вулиць, є результатом як природного поховання, так і подальшої археологічної інтерпретації. Як зазначає J. Owens¹⁰⁰, сьогодні Помпеї – це не

⁹⁷ Allison P. M. House Contents in Pompeii: data collection and interpretative procedures for a reappraisal of Roman domestic life and site formation processes. *Journal of European Archaeology*. 1995. Vol. 3, № 1. P. 145–176.

⁹⁸ Archaeological Areas of Pompei, Herculaneum and Torre Annunziata. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/829> (дата звернення: 19.10.2025); Wilkinson P. Pompeii: An Archaeological Guide. London : I.B. Tauris, 2017. 256 p.

⁹⁹ Там само. 256 p.

¹⁰⁰ Owens J. Pompeii. National Geographic. URL: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/pompeii> (дата звернення: 19.10.2025).

просто залишки античного міста, а складний історико – культурний конструкт, де руїни одночасно свідчать про смерть і збереження цивілізації. Попіл Везувію, який знищив тисячі життів, водночас став носієм їхньої пам'яті, законсервувавши у вулканічній товщі архітектурну й культурну структуру Римської Кампанії I століття.

Виверження Везувію 79 року н.е. являє собою складний багатофазний процес, який сучасні дослідники трактують як послідовність окремих вулканічних епізодів із чергуванням різних типів тефрових і пірокластичних викидів. Розуміння стратиграфії та послідовності цих шарів є ключем до реконструкції як хронології катастрофи, так і механізмів збереження Помпеїв під вулканічним покривом. Дослідження D. Sparice та співавторів¹⁰¹ уточнюють стратиграфічну структуру відкладів, сформованих під час виверження. На підставі польових спостережень і геохімічних аналізів встановлено, що на території Помпеїв виділяється кілька основних горизонтів: нижній шар білої пемзи, сформований у результаті перших плідних викидів магми; далі – більш грубий шар сірої пемзи, що відповідає другій експлозивній фазі; і, нарешті, серія пірокластичних відкладів, які накрили місто, створивши ізоляційний шар товщиною понад п'ять метрів. Ця послідовність демонструє поступову зміну механізму виверження від відносно «м'якої» фреатомагматичної активності до катастрофічного колапсу стовпа виверження.

Особливу увагу дослідники звертають на стратиграфічну неперервність і мікроперерви – так звані *Pompeian hiatuses*. Робота C. Scarpati, A. Perrotta, A. Martellone та M. Osanna¹⁰² виявила у межах пірокластичних відкладів серію дрібних «пауз» (*hiatuses*), які фіксуються тонкими верствами попелу,

¹⁰¹ Sparice D., Di Vito M. A., Amato V., Amoretti V., Russo A., Talamo P., Zuchtriegel G. Unveiling the Volcanic History of Ancient Pompeii (Italy): New Insights from the Late Pleistocene to Holocene (Pre-79 CE) Stratigraphy. *Quaternary*. 2025. Vol. 8, № 1. Article 4. URL: <https://doi.org/10.3390/quat8010004> (дата звернення: 19.10.2025).

¹⁰² Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.

що мають сліди часткового ущільнення або осідання. Ці стратиграфічні особливості свідчать про те, що виверження не було одномоментним, а відбувалося з часовими інтервалами, під час яких інтенсивність вулканічної активності знижувалася. Подібні фази відносного затишшя могли створювати короточасні умови для евакуації населення, але також сприяли накопиченню матеріалу, який із часом ущільнювався й посилював статичне навантаження на міські споруди. Саме під час цих пауз відбувалося осідання великих фрагментів пемзи, що спричиняло прогин дахів і поступові руйнування¹⁰³.

Археостратиграфічні дані¹⁰⁴ підтверджують, що у різних секторах міста товщина й склад шарів тефри значно варіюють. Це свідчить про неоднорідність потоків і можливу зміну напрямків вітру під час виверження, що впливало на інтенсивність випадіння попелу. В окремих ділянках, виявлено перекриття культурного шару більш ніж сімома окремими горизонтами пемзи, які чергуються з прошарками попелу та уламків вулканічного скла. Така детальна стратиграфія дозволяє не лише реконструювати динаміку процесу, але й оцінити рівень термічних і механічних ушкоджень, яких зазнали споруди до остаточного поховання.

Найновіші геофізичні та археологічні дослідження значно доповнили традиційну модель причин руйнування. У публікації D. Sparice та співавторів¹⁰⁵ запропоновано нову гіпотезу про роль син – виверженцевої сейсмічності – тобто землетрусів, що супроводжували активну фазу Везувію. На основі аналізу тріщин у стінах, зсувів у кладці та зміщень у шарі

¹⁰³ Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.

¹⁰⁴ Robinson M. La stratigrafia nello studio dell'archeologia preistorica e protostorica a Pompei. *Studi della Soprintendenza archeologica di Pompei*. 2008. Vol. 25. P. 125–138.

¹⁰⁵ Sparice D., Amoretti V., Galadini F., Di Vito M. A., Terracciano A., Scarpati G., Zuchtriegel G. A novel view of the destruction of Pompeii during the 79 CE eruption of Vesuvius (Italy): syn-eruptive earthquakes as an additional cause of building collapse and deaths. *Frontiers in Earth Science*. 2024. Vol. 12. Article 1386960. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/earthscience/articles/10.3389/feart.2024.1386960/full> (дата звернення: 19.10.2025).

пемзи автори дійшли висновку, що багато обвалів споруд, раніше приписаних виключно тиску осадів, насправді були результатом потужних тектонічних поштовхів. Ці сейсмічні коливання могли не лише посилити ефект руйнування, а й змінити локальну топографію міста, сприяючи зміщенню уламків і порушенню герметичності окремих будівель.

Поряд із геологічними й сейсмічними процесами важливе місце в дослідженнях Помпеїв займає палеоекологічний аспект. Аналіз пилку та органічних решток у шарах попелу дав змогу відтворити кліматичні умови перед катастрофою і відразу після неї. У роботі M. Weber та співавторів¹⁰⁶ досліджено пилкові включення в носових порожнинах людських останків, знайдених у місті. Цей унікальний матеріал свідчить про те, що у момент смерті в повітрі містилася велика концентрація пилку, що осідав разом із попелом. Таким чином, шар тефри діяв як своєрідний фіксатор біологічних часток, зберігаючи мікросліди рослинності античного середовища.

Додаткові дані наводить біохімічне дослідження G. Ntasi та співавторів¹⁰⁷, у якому вивчено білкові сліди в кістках жертв виверження. Молекулярні сигнатури підтверджують, що ізоляція під вулканічними відкладами створила унікальні умови для збереження органічних молекул. Високі температури пірокластичних потоків призвели до часткової денатурації тканин, але подальше швидке охолодження та герметизація шаром попелу перешкодили повному розпаду білкових структур. Цей феномен став підґрунтям для розвитку археобіохімії – дисципліни, що досліджує молекулярні залишки у похованих археологічних контекстах.

Руйнування помпейської забудови у 79 р. н.е. було наслідком накладання кількох одночасних і послідовних чинників: статичного навантаження від випадіння пемзи та попелу, дії високотемпературних

¹⁰⁶ Weber M., Ulrich S., Ciarallo A., Henneberg M., Henneberg R. J. Pollen analysis of volcanic ash in Pompeian human skeletal remains. Grana. 2020. Vol. 59, № 1. P. 107–113.

¹⁰⁷ Ntasi G., Palomo I. R., Marino G., Piaz F. D., Cappellini E., Birolo L., Petrone P. Molecular signatures written in bone proteins of 79 AD victims from Herculaneum and Pompeii. Scientific Reports. 2022. Vol. 12, № 1. Article 8401. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-12042-6> (дата звернення: 20.10.2025).

пірокластичних хвиль і газів, а також син – виверженцевої сейсмічності. У сукупності ці фактори формували каскад обвалів із різною тривалістю та інтенсивністю в межах окремих кварталів міста. На ранній стадії виверження вирішальним був механічний чинник – нагромадження на покрівлях та перекриттях значної маси лапілі та дрібної пемзи. Нерівномірний розподіл осадів на схилах і в підвітряних секторах міста призводив до пластичних деформацій» кровляних систем, локальних прогинів покрівель і зсувів настилів; далі слідували прогресуючі обвали зі зрізанням стін у зонах віконних і дверних прорізів¹⁰⁸. У другій фазі, коли на місто накопилися пірокластичні хвилі, руйнування прийняли характер раптових колапсів: надлишковий тиск, ударна хвиля та додатковий термічний градієнт спричиняли миттєве зламвання вже послаблених конструкцій¹⁰⁹. У підсумку в межах одних і тих самих будинків фіксуються двоетапні сценарії: спершу «тихий» обвал під вагою осадів, потім – «катастрофічний» розвал під дією хвилі та гарячих газів.

Матеріали стратиграфічних розвідок демонструють варіативність руйнацій у дрібному масштабі: чергування шарів білої/сірої пемзи з тонкими прослоями попелу відбиває ритм виверження, а в зонах максимального випадіння пемзи простежуються лінзи завалів покрівель, що лягають на підлоги інтер'єрів, перекриваючи рухомі предмети та глиняні контейнери¹¹⁰. Стратиграфічні «паути» (hiatuses) у межах цих послідовностей вказують на мікроперіоди стабілізації, коли нагромаджений матеріал ущільнювався, підвищуючи статичне навантаження на стіни; щойно наступна фаза

¹⁰⁸ Sparice D., Amoretti V., Galadini F., Di Vito M. A., Terracciano A., Scarpati G., Zuchtriegel G. A novel view of the destruction of Pompeii during the 79 CE eruption of Vesuvius (Italy): syn-eruptive earthquakes as an additional cause of building collapse and deaths. *Frontiers in Earth Science*. 2024. Vol. 12. Article 1386960. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/earth-science/articles/10.3389/feart.2024.1386960/full> (дата звернення: 19.10.2025).

¹⁰⁹ De Carolis E., Patricelli G. *Vesuvio 79 d. C.: la distruzione di Pompei ed Ercolano*. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2003. 129 p.; Mastrolorenzo G. L'eruzione pliniana del Vesuvio del 79 dC: un'ipotesi interpretativa in merito alla morte dei pompeiani. *Studi e ricerche del Parco archeologico di Pompei*. 2021. Vol. 46. P. 3.

¹¹⁰ Osanna M., Fabbri M. Le nuove indagini stratigrafiche nella Regio V di Pompei. *Rivista Di Studi Pompeiani*. 2019. Vol. 30. P. 188.

випадіння/потоків накочувалась, відбувався перехід від граничних деформацій до повного зриву конструкції¹¹¹, ¹¹². Саме завдяки такій археостратиграфічній «розкадровці» стало можливим відрізнати первинні обвали (через вагу осадів) від вторинних (спровокованих хвилею чи мікросейсмікою) на рівні конкретних кімнат і фасадів кварталів¹¹³.

Термічний режим пірокластичних хвиль зумовив крихке руйнування розігрітих елементів кладки та тиньку: різке підвищення температури, за яким слідувало відносно швидке охолодження похованням, сприяло термошоку в керамічних, вапняних і в'язучих матеріалах¹¹⁴. Гарячі гази, збагачені кислотними компонентами, каталізували декарбонізацію та дегідратацію поверхневих шарів розчинів, що у поєднанні з ударним навантаженням хвиль спричиняло відшарування тиньку й втрату зчеплення між каменем і розчином¹¹⁵. При цьому вага попелу виступала тривалим деструктивним фактором: навіть без «ударної» події вона підштовхувала повзучу деформацію і поступове «втомлення» кладок, насамперед у ділянках великих пройм, атріумів і перистилів¹¹⁶. У результаті архітектурна тканина демонструє комбінований портрет руйнування: термохімічно послаблені поверхні й шви, на які додатково діє маса осадів, а в критичний момент— імпульс хвилі та/або сейсмічного поштовху¹¹⁷, ¹¹⁸.

¹¹¹ Osanna M., Fabbri M. Le nuove indagini stratigrafiche nella Regio V di Pompei. *Rivista Di Studi Pompeiani*. 2019. Vol. 30. P. 187–194.

¹¹² Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695.

¹¹³ Там само. P. 187–194.

¹¹⁴ Mastrolorenzo G. L'eruzione pliniana del Vesuvio del 79 dC: un'ipotesi interpretativa in merito alla morte dei pompeiani. *Studi e ricerche del Parco archeologico di Pompei*. 2021. Vol. 46. P. 4.

¹¹⁵ De Carolis E., Patricelli G. Vesuvio 79 d. C.: la distruzione di Pompei ed Ercolano. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2003. 129 p.

¹¹⁶ Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 696.

¹¹⁷ Там само. 129 p.

¹¹⁸ Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.

Наслідком такої багатофакторної дії стало селективне «вилучення» елементів культурного шару. По – перше, легкі та крихкі фрагменти (тонкі дерев'яні елементи, дрібна столова кераміка, шибки) знищувалися під обвалами або переміщувалися в нижчі горизонти завалів, де фіксуються як «орогені» нашарування дріб'язку, змішаного з пемзою¹¹⁹. По – друге, настінні розписи та штукатурні шари зазнавали відшарувань і мікротріщин унаслідок термошоку й механічного вібраційного впливу; у подальшому, після розкриття, ці зони стають вразливими до вторинної солеутворювальної деградації (капілярне перенесення розчинів, кристалізація), що детально показано консерваційними програмами й польовими спостереженнями¹²⁰. По – третє, планувальна інформація (лінії стін, проходів, підлогових рівнів) у низці секторів збереглася фрагментарно через «зрізання» верхів конструкцій і вторинне зрушення блоків, тому реконструкція первісних трас вимагає поєднання стратиграфічних і інструментальних методів з оглядовими археологічними джерелами¹²¹.

У підсумку механізми руйнування помпейської забудови описуються як суперпозиція трьох полів навантаження:

1. статичне (масове випадіння пемзи/попелу);
2. динамічне/імпульсне (пірокластичні хвилі, ударні фронти газів);
3. сейсмічне (син – виверженцева мікро – та макросейсмічність).

Саме ця троїста конфігурація пояснює неоднорідність картини руйнувань між кварталами та навіть між сусідніми будівлями: різна орієнтація фасадів і проїм до фронту хвилі, відмінна товща «снігоподібного» випадіння пемзи, локальні посилення коливань на перетинах стін і в зонах слабких ґрунтів. Відповідно, «архів» руйнування в Помпеях фіксується не

¹¹⁹ Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695.

¹²⁰ Greco G., Osanna M., Picone R. Pompei: insula occidentalis: conoscenza, scavo, restauro e valorizzazione = Pompeii: insula occidentalis: knowledge, excavation, conservation and enhancement. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2020. 711 p.

¹²¹ Wilkinson P. Pompeii: An Archaeological Guide. London : I.B. Tauris, 2017. 256 p.

одним типовим профілем, а набором локальних сценаріїв, які корелюють зі стратиграфічними спостереженнями і з узагальнюючими реконструкціями послідовності подій, поданими у сучасній літературі^{122, 123, 124, 125, 126, 127}.

Одним із найпарадоксальніших наслідків виверження Везувію стало те, що саме фактори, які спричинили катастрофічне знищення Помпеїв, забезпечили надзвичайно високий рівень збереженості матеріальної культури. Товща пемзи, попелу та пірокластичних відкладів створила унікальне середовище, де діяли принципово інші фізико – хімічні процеси, ніж у звичайних археологічних контекстах. Після остаточного накриття міста пірокластичними масами сформувалося герметичне середовище із мінімальним доступом кисню. Відсутність аерації зупинила процеси біодеградації органічних решток – деревини, тканин, харчових продуктів і навіть залишків рослинності. Паралельно відсутність сонячного випромінювання та стабільний мікроклімат в умовах товщі попелу забезпечили мінімальну термічну флуктуацію, що запобігало розтріскуванню та деформаціям матеріалів¹²⁸.

Дослідження Р. Wilkinson¹²⁹ підкреслює, що шар попелу діяв подібно до археологічного «саркофага», який не лише ізолював місто від зовнішніх впливів, але й «запечатав» його соціальну та просторову структуру. Завдяки цьому до наших днів дійшли сліди меблів, посуду, настінних розписів і

¹²² Osanna M., Fabbri M. Le nuove indagini stratigrafiche nella Regio V di Pompei. *Rivista Di Studi Pompeiani*. 2019. Vol. 30. P. 187–194.

¹²³ Scarpati C., Perrotta A., Martellone A., Osanna M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.

¹²⁴ De Carolis E., Patricelli G. Vesuvio 79 d. C.: la distruzione di Pompei ed Ercolano. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2003. 129 p.

¹²⁵ Mastrolorenzo G. L'eruzione pliniana del Vesuvio del 79 dC: un'ipotesi interpretativa in merito alla morte dei pompeiani. *Studi e ricerche del Parco archeologico di Pompei*. 2021. Vol. 46. P. 3–18.

¹²⁶ Greco G., Osanna M., Picone R. Pompei: insula occidentalis: conoscenza, scavo, restauro e valorizzazione = Pompeii: insula occidentalis: knowledge, excavation, conservation and enhancement. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2020. 711 p.

¹²⁷ Wilkinson P. Pompeii: An Archaeological Guide. London : I.B. Tauris, 2017. 256 p

¹²⁸ Там само. 256 p.

¹²⁹ Там само. 256 p.

навіть графіті на стінах – тобто цілісний урбаністичний мікросвіт I століття. У популярному огляді National Geographic¹³⁰ відзначається, що саме ця герметизація перетворила Помпеї на «капсулу часу», де навіть дрібні предмети побуту зберегли первісне розташування, створюючи ілюзію застиглого моменту повсякденного життя.

Певну роль у збереженні органічних залишків відіграли й мінеральні компоненти попелу. Аналіз G. Ntasi та співавторів¹³¹ показав, що дрібнодисперсна тефра, багата на силікати й кальцій, вступала у реакцію з білковими структурами тканин, утворюючи тонкі інкапсуляційні шари. Саме це пояснює збереження мікроструктур колагену у кістках загиблих і можливість виявлення білкових сигнатур навіть через майже дві тисячі років. Такі процеси свідчать, що пірокластичне середовище не лише консервувало органіку, але й створювало нові мінералогічні комплекси, які сприяли стабілізації археологічного матеріалу.

Найвідомішим проявом збереження під вулканічним шаром є «касти» тіл жертв Помпеїв. Дослідження L. Alapont та співавторів¹³² уточнює, що порожнини в попелі, які утворилися після розкладу тіл, стали унікальними негативами, де збереглася не лише форма, але й просторове положення людей у момент загибелі. Саме наприкінці XIX ст. археологи почали заливати ці порожнини гіпсом, отримуючи тривимірні зліпки. Сучасний аналіз таких відливків із використанням мікротомографії показав, що у

¹³⁰Owens J. Pompeii. National Geographic.

URL:<https://www.nationalgeographic.com/history/article/pompeii> (дата звернення: 19.10.2025).

¹³¹ Ntasi G., Palomo I. R., Marino G., Piaz F. D., Cappellini E., Birolo L., Petrone P. Molecular signatures written in bone proteins of 79 AD victims from Herculaneum and Pompeii. Scientific Reports. 2022. Vol. 12, № 1. Article 8401. URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-12042-6> (дата звернення: 20.10.2025).

¹³² Alapont L., Gallelo G., Martín-Torres M., Osanna M., Amoretti V., Chenery S., Pastor A. The casts of Pompeii: Post-depositional methodological insights. Plos One. 2023. Vol. 18, № 8. Article e0289378. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10446210> (дата звернення: 19.10.2025).

частині з них збереглися сліди тканин, волосся і навіть дрібних прикрас, які потрапили в матрицю попелу під час поховання¹³³.

Постдепозиційна стабільність цих пустот пояснюється високим ступенем ущільнення попелу та низькою вологістю середовища. Водночас дослідження підкреслюють, що гіпсові відливки самі по собі є вторинними археологічними об'єктами, адже процес їхнього виготовлення частково змінює первісний контекст. Тому нинішня практика зосереджується на цифровій реконструкції (3D – скануванні порожнин) замість заливання, що дозволяє зберегти недоторканим як фізичний, так і стратиграфічний рівень пам'ятки¹³⁴. Збереження архітектурних структур і декоративних елементів пояснюється низькою взаємопов'язаних процесів. По – перше, товща попелу створила механічну опору, що запобігла повному обвалу багатьох стін після початкового руйнування¹³⁵. По – друге, через герметичність середовища не відбувалися звичні для відкритих розкопів процеси – карбонатне вивітрювання, солеутворення та біокорозія. В результаті фрески й тинькування, які залишилися під попелом, збереглися у відносно стабільному стані протягом століть¹³⁶.

Вивчення мінералогії пігментів і штукатурок у дослідженні С. Grifa та співавторів¹³⁷ показало, що вулканічний пил утворив на поверхні фресок тонкий силікатно – кальцієвий шар, який діяв як природний консолідатор. Завдяки цьому пігменти на основі кіноварі та охри не втратили інтенсивності

¹³³ Alapont L., Gallelo G., Martín-Torres M., Osanna M., Amoretti V., Chenery S., Pastor A. The casts of Pompeii: Post-depositional methodological insights. Plos One. 2023. Vol. 18, № 8. Article e0289378. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10446210> (дата звернення: 19.10.2025).

¹³⁴ Там само. Vol. 18, № 8. Article e0289378.

¹³⁵ Allison P. M. House Contents in Pompeii: data collection and interpretative procedures for a reappraisal of Roman domestic life and site formation processes. Journal of European Archaeology. 1995. Vol. 3, № 1. P. 145–176.

¹³⁶ Grifa C., Germinario C., Pagano S., Lepore A., De Bonis A., Mercurio M., Amoretti V. Pompeian pigments. A glimpse into ancient Roman colouring materials. Journal of Archaeological Science. 2025. Vol. 177. Article 106201.

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305440325000500> (дата звернення: 19.10.2025).

¹³⁷ Там само. Vol. 177. Article 106201.

кольору. Проте після розкриття ці шари стають надзвичайно вразливими до вологості та мікробіологічного ураження, тому сучасні реставраційні програми передбачають поєднання мікроскопічного аналізу з превентивним захистом. J. Huidobro та співавторів¹³⁸ дослідили нещодавно відкриті настінні розписи, вилучені з – під вулканічного шару, і показали, що ключовим чинником їх деградації після розкопок є порушення рівноваги між сольовим балансом матеріалу і атмосферною вологістю. При контакті з повітрям кристали хлоридів і сульфатів починають рекристалізуватись, що викликає розшарування тиньку. Таким чином, те, що протягом двох тисячоліть забезпечувало консервацію, після втручання людини перетворюється на фактор ризику.

Сучасна археологічна наука активно використовує мікроморфологічні та геохімічні методи для аналізу стану збереження матеріалів Помпеїв. У роботі D. Sparice та співавторів¹³⁹ зазначено, що вивчення мікроструктури тефрових шарів дозволяє визначити рівень проникності попелу для повітря та води, що, у свою чергу, впливає на процеси консервації. Дослідження I. Etxebarria та співавторів¹⁴⁰ експериментально показало, що вулканічний матеріал, який поховав місто, має поззоланічні властивості, подібні до властивостей давньоримських бетонів. Це відкриває перспективу використання місцевої тефри у створенні реставраційних розчинів, хімічно сумісних із давніми матеріалами.

¹³⁸ Huidobro J., Veneranda M., Costantini I., Etxebarria I., de la Fuente I. V., Puente-Muñoz S., Madariaga J. M. New excavations at Pompeii: Analyzing the alteration risks of mural paintings recently retrieved from burial. *Journal of Cultural Heritage*. 2025. Vol. 76. P. 1–10.

¹³⁹ Sparice D., Di Vito M. A., Amato V., Amoretti V., Russo A., Talamo P., Zuchtriegel G. Unveiling the Volcanic History of Ancient Pompeii (Italy): New Insights from the Late Pleistocene to Holocene (Pre-79 CE) Stratigraphy. *Quaternary*. 2025. Vol. 8, № 1. Article 4. URL: <https://doi.org/10.3390/quat8010004> (дата звернення: 19.10.2025).

¹⁴⁰ Etxebarria I., Veneranda M., Costantini I., Prieto-Taboada N., Larranaga A., Marieta C., Castro K. Testing the volcanic material burying Pompeii as pozzolanic component for compatible conservation mortars. *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 18. Article e02194. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523003741> (дата звернення: 19.10.2025).

Застосування ізотопного аналізу для вивчення слідів біогенних елементів у шарах попелу й у матеріалах споруд дало змогу уточнити умови температурного впливу й ступінь дегідратації поверхневих шарів. Робота М. Weber та співавторів¹⁴¹ доводить, що навіть мікрочастинки пилку, збережені в попелі, залишають стабільні ізотопні сигнатури, які можна використовувати для реконструкції хімічного складу атмосфери під час виверження.

Після відкриття з – під багатовікового шару попелу Помпеї постали перед новою загрозою – повільним, але невпинним руйнуванням, спричиненим впливом сучасного середовища. Якщо вулканічні відклади забезпечували герметичну консервацію, то після розкопок пам'ятка опинилася під дією атмосферних факторів, які активізували процеси деградації матеріалів. Найбільш небезпечними з них є коливання вологості, солеутворення та біокорозія¹⁴². Різниця між денною та нічною вологістю, зміна температури, дощі та пряме сонячне випромінювання призводять до повторного розширення й стискання пористих матеріалів – штукатурок, розчинів, цегли. У результаті утворюються мікротріщини, через які в капіляри проникає вода, що несе розчинені солі. Їх кристалізація на поверхні викликає поступове відшарування тиньку та фрескових шарів, руйнуючи оригінальний живопис, який протягом двох тисячоліть зберігався під попелом.

Сучасні дослідження J. Huidobro та співавторів¹⁴³ показують, що цей процес є наймасштабнішим ризиком для фресок, відкритих у XXI столітті.

¹⁴¹ Weber M., Ulrich S., Ciarallo A., Henneberg M., Henneberg R. J. Pollen analysis of volcanic ash in Pompeian human skeletal remains. *Grana*. 2020. Vol. 59, № 1. P. 107–113.

¹⁴² Etxebarria I., Veneranda M., Costantini I., Prieto-Taboada N., Larranaga A., Marieta C., Castro K. Testing the volcanic material burying Pompeii as pozzolanic component for compatible conservation mortars. *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 18. Article e02194. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523003741> (дата звернення: 19.10.2025).

¹⁴³ Huidobro J., Veneranda M., Costantini I., Etxebarria I., de la Fuente I. V., Puente-Muñoz S., Madariaga J. M. New excavations at Pompeii: Analyzing the alteration risks of mural paintings recently retrieved from burial. *Journal of Cultural Heritage*. 2025. Vol. 76. P. 1–10.

Вони виявили, що навіть короткий контакт із повітрям призводить до порушення сольового балансу, а на поверхнях розписів утворюються кристалічні кірки з хлоридів, сульфатів та нітратів. Такі кірки не лише псують естетичний вигляд, а й провокують внутрішні напруження в структурі тиньку. Додатковим чинником деградації виступає біокорозія – розвиток мікроорганізмів (водоростей, грибків і бактерій), що живляться органічними залишками фарб і мікрочастинками пилу.

Для запобігання подальшій деградації активно впроваджуються консерваційні технології, засновані на розумінні складу та властивостей матеріалів Помпеїв. Одним із найперспективніших напрямів є використання вулканічного матеріалу як консерваційного компонента, що відтворює фізико – хімічні характеристики античних будівельних сумішей. Дослідження I. Etxebarria та співавторів¹⁴⁴ підтверджує, що тефра, яка колись поховала місто, володіє високими поззоланічними властивостями, подібними до римського цементу. Завдяки цьому з неї можна виготовляти розчини, сумісні зі стародавніми штукатурками за рівнем pH, пористістю та теплопровідністю. Це дає змогу уникнути небезпечного хімічного конфлікту між оригінальними матеріалами та сучасними ремонтними складами, що часто спостерігається при застосуванні звичайних цементних сумішей. Такі дослідження стали основою нової концепції «консервації через матеріальну сумісність», яка поєднує реставраційні технології та локальні геологічні ресурси¹⁴⁵.

У практиці Помпеїв широко застосовується 3D – сканування, яке дозволяє з високою точністю фіксувати геометрію стін, розписів та архітектурних деталей, створюючи «цифрові двійники» пам'ятки. Це не лише інструмент документації, а й діагностики: завдяки порівнянню моделей,

¹⁴⁴ Etxebarria I., Veneranda M., Costantini I., Prieto-Taboada N., Larranaga A., Marieta C., Castro K. Testing the volcanic material burying Pompeii as pozzolanic component for compatible conservation mortars. *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 18. Article e02194. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523003741> (дата звернення: 19.10.2025).

¹⁴⁵ Там само. Vol. 18. Article e02194.

отриманих у різні роки, можна простежити навіть мікродоформації стін і вчасно втрутитися в процес руйнування¹⁴⁶. Системи GIS – аналізу допомагають інтегрувати археологічні, метеорологічні та геотехнічні дані в єдину базу, що забезпечує контроль за станом пам'ятки в реальному часі¹⁴⁷.

Феномен Помпеїв має не лише археологічний, а й глибокий методологічний вимір. Переосмислення концепції «Pompeii premise», запропонованої L. Binford¹⁴⁸, показало, що Помпеї – не застигла мить у часі, а результат тривалих природних і постдепозиційних процесів. Сучасні дослідження з використанням стратиграфії, мікроморфології та цифрових методів демонструють, що археологічна картина міста відображає не лише момент катастрофи, а й багатошарову історію взаємодії руйнування, збереження та реконструкції. Цей підхід дозволяє відійти від спрощеного уявлення про «заморожене місто» та сприймати Помпеї як динамічну систему – живий археологічний організм, який продовжує змінюватися під впливом часу й наукових інтерпретацій¹⁴⁹.

У цьому контексті статус Помпеїв як об'єкта Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО має не лише охоронне, а й символічне значення. Згідно з характеристикою ЮНЕСКО, Помпеї є «винятковим свідченням античного міського життя» і водночас лабораторією для розвитку міждисциплінарних методів дослідження минулого. Збереження цього комплексу вимагає постійного балансу між науковим дослідженням, туризмом і консервацією. Таким чином, пам'ятка стає не просто історичним документом, а моделлю взаємодії людини з природою, де катастрофа і відновлення співіснують у межах одного культурного ландшафту¹⁵⁰.

¹⁴⁶ Greco G., Osanna M., Picone R. Pompeii: insula occidentalis: conoscenza, scavo, restauro e valorizzazione = Pompeii: insula occidentalis: knowledge, excavation, conservation and enhancement. Roma : L'Erma di Bretschneider, 2020. 711 p.

¹⁴⁷ Beard M. Pompeii. Milano : Edizioni Mondadori, 2017. 418 p.

¹⁴⁸ Binford L. R. Behavioral archaeology and the "Pompeii premise". Journal of Anthropological Research. 1981. Vol. 37, № 3. P. 195–208.

¹⁴⁹ Там само. Vol. 37, № 3. P. 195–208.

¹⁵⁰ Archaeological Areas of Pompeii, Herculaneum and Torre Annunziata. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/829> (дата звернення: 19.10.2025).

Отже, приклад Помпеїв переконливо демонструє подвійний характер природних катастроф як чинників руйнування і водночас збереження культурної спадщини. Виверження Везувію 79 р. н.е. знищило античне місто, але завдяки анаеробному похованню під вулканічним попелом створило унікальні умови консервації архітектури, предметів побуту й органічних матеріалів. Результати сучасних стратиграфічних, геохімічних і консерваційних досліджень доводять, що цей природний «саркофаг» не лише зафіксував матеріальну культуру I століття, а й відкрив нові напрями для археології, реставрації та природничих наук. Помпеї стали лабораторією для розуміння процесів постдепозиційної стабілізації, мікоморфологічних змін і сучасних ризиків руйнування після розкопок. Їхнє збереження вимагає інтегрованого підходу, що поєднує природничі, технічні й гуманітарні методи, адже саме в цій взаємодії лежить ключ до збереження пам'яті про найвідомішу катастрофу античності.

3.2. Зникнення цивілізації долини Інду: роль екологічної катастрофи

Цивілізація долини Інду, або Гарапська цивілізація, належить до найдавніших міських культур людства, що існувала приблизно між 2600 і 1900 рр. до н.е. на території сучасного Пакистану та північно – західної Індії. Її ареал охоплював родючі долини річок Інду, Сарасваті, Гхаггар – Хакра та їхніх приток, загальною площею понад 1,2 млн км², що робить її однією з найбільших цивілізацій Стародавнього Світу^{151, 152}. Відомі міські центри – Мохенджо – Даро, Хараппа, Лотхал, Кот – Діджі, Калаїбаган, Рангпур – демонструють високий рівень організації міського простору, стандартизоване планування, розвинену гідротехнічну інфраструктуру та складну систему

¹⁵¹ Fitzsimons M. A. The Indus Valley Civilization. History Teacher. 1970. P. 9–22.

¹⁵² McIntosh J. R. The Ancient Indus Valley: New Perspectives. Santa Barbara : Bloomsbury Publishing USA, 2007. URL: <https://dn790008.ca.archive.org/0/items/ancientindusvalleynewperspectivesjanemcintoshr.586/T/Ancient%20Indus%20Valley%20New%20Perspectives%20%20Jane%20Mcintosh%20R.%20.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).

ремесел і торгівлі. Археологічні свідчення засвідчують наявність розвиненої соціальної структури, писемності, керамічного виробництва, металургії та морських зв'язків із Месопотамією й Оманом.

Вивчення Індської цивілізації має особливе значення для розуміння еволюції урбанізму, технологічного прогресу та взаємодії людини з природним середовищем у III–II тис. до н.е. Проте питання її занепаду залишається одним із найбільш дискусійних у світовій археології. Уже з моменту відкриття Мохенджо – Даро в 1920 – х роках дослідники намагалися визначити причини зникнення цієї високорозвиненої культури. У XX ст. переважали гіпотези про військове вторгнення, зокрема, про прихід індоаріїв, які нібито зруйнували міста Індської долини. Проте подальші археологічні та антропологічні відкриття спростували ідею раптової насильницької загибелі. Немає чітких слідів масових руйнувань чи бойових дій, а культурна еволюція виявляє поступовий характер. На противагу «військовій» теорії з'явилися альтернативні підходи, що пояснюють занепад природними, а не політичними або соціальними факторами. Роботи J. McIntosh¹⁵³ та A. Lawler¹⁵⁴ показали, що процес деградації Індської цивілізації був розтягнутим у часі й мав ознаки поступової деурбанізації – міста спорожніли, а населення мігрувало у сільські райони з більш стабільним кліматом.

Сьогодні більшість учених погоджуються, що головним рушієм цього процесу була екологічна криза, зумовлена тривалими кліматичними змінами та деградацією гідрологічної системи¹⁵⁵. Нові палеокліматичні й геоморфологічні дані підтверджують, що в період близько 2200–1900 pp. до

¹⁵³ McIntosh J. R. The Ancient Indus Valley: New Perspectives. Santa Barbara : Bloomsbury Publishing USA, 2007. URL: <https://dn790008.ca.archive.org/0/items/ancientindusvalleynewperspectivesjanemcintoshr.586/T/Ancient%20Indus%20Valley%20New%20Perspectives%20%20Jane%20Mcintosh%20R.%20.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁵⁴ Там само. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.320.5881.1281> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁵⁵ Climate Change Likely Caused Migration, Demise of Ancient Indus Valley Civilization. Woods Hole Oceanographic Institution. URL: <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/climate-change-likely-causedmigration-demise-of-ancient-indus-valley-civilization> (дата звернення: 20.10.2025).

н.е. у регіоні відбулися різкі коливання мусонної активності, посухи та зміни русел основних річок, що зруйнували сільськогосподарську основу цивілізації.

Згідно з результатами досліджень Woods Hole Oceanographic Institution¹⁵⁶, кліматичні зміни призвели до послідовного ослаблення літніх мусонів, що спричинило скорочення обсягів води у великих притоках Інду. Це, у свою чергу, призвело до зменшення врожайності, занепаду торгових мереж і міграції населення. Аналіз осадових відкладів, проведений S. Dutt і співавтори¹⁵⁷, підтверджує, що близько 2000 р. до н.е. в долині Інду зафіксовано перехід від вологого клімату до аридного, який тривав декілька століть.

Сучасна наукова парадигма, таким чином, розглядає занепад Індської цивілізації не як одномоментний катастрофічний акт, а як тривалий процес екологічного виснаження, що охопив природне середовище, економіку та соціальну структуру. Ця інтерпретація спирається на палеокліматичні моделі, ізотопні аналізи, дані палінології та археології, які переконливо доводять, що кліматичні та гідрологічні зміни стали головним детермінантом деградації цивілізації.

Палеокліматичні дослідження останніх десятиліть переконливо доводять, що занепад Індської цивілізації був тісно пов'язаний із тривалими та системними змінами клімату. Реконструкції, виконані на основі ізотопного аналізу кисню в сталактитах, осадових ядер річкових і морських відкладів, а також пилкових профілів, свідчать про істотне послаблення літніх мусонів у період між 2200 і 1900 рр. до н.е.¹⁵⁸. Цей зсув у гідрологічному циклі призвів

¹⁵⁶ Climate Change Likely Caused Migration, Demise of Ancient Indus Valley Civilization. Woods Hole Oceanographic Institution. URL: <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/climate-change-likely-caused-migration-demise-of-ancient-indus-valley-civilization> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁵⁷ Там само. Vol. 507. P. 15–23.

¹⁵⁸ Giesche A., Hodell D. A., Petrie C. A., Haug G. H., Adkins J. F., Plessen B., Breitenbach S. F. Recurring summer and winter droughts from 4.2–3.97 thousand years ago in north India. Communications Earth & Environment. 2023. Vol. 4, № 1. Article 103. URL: <https://www.nature.com/articles/s43247-023-00763-z> (дата звернення: 20.10.2025).

до поступового скорочення кількості опадів і зниження рівня підземних вод, що стало вирішальним чинником деградації аграрної бази Індської цивілізації.

Дослідження, проведені S. Dutt і співавт.¹⁵⁹, показали, що ізотопний склад у ґрунтових карбонатах та осадах басейну Інду чітко демонструє перехід від вологих до аридних умов у пізньому голоцені. Зменшення водності мусонів і тривале чергування сухих і коротких вологих сезонів порушило стабільність сільськогосподарських циклів, які раніше забезпечували надлишкове виробництво зернових. Регіон, який тисячоліттями живився мусонними опадами, втратив регулярність дощів, а зрошувальні системи не змогли компенсувати дефіцит води.

Ключовим кліматичним чинником занепаду вважається глобальна подія, відома як «4.2 ka drought event», що припала на близько 2200 р. до н.е. і мала планетарний масштаб. У цей час на Близькому Сході, у Середній Азії та Південній Азії фіксується серія тривалих посух, які збіглися у часі з кризою великих стародавніх цивілізацій, включно з Месопотамією, Єгиптом і Долиною Інду¹⁶⁰. Згідно з дослідженням Т. Jahan і М. Quamar¹⁶¹, палінологічний аналіз у північній Індії засвідчив різке зниження вмісту пилку вологолюбних видів рослин і переважання степових таксонів, що вказує на суттєву аридизацію клімату. Підтвердженням цих висновків є дані ізотопного аналізу від А. Giesche та ін.¹⁶², які зафіксували серії повторюваних літніх і зимових посух протягом періоду 4,2–3,9 тис. років тому.

¹⁵⁹ Dutt S., Gupta A. K., Singh M., Jaglan S., Saravanan P., Balachandiran P., Singh A. Climate variability and evolution of the Indus civilization. *Quaternary International*. 2019. Vol. 507. P. 15–23.

¹⁶⁰ Jahan T., Quamar M. F. The '4.2 ka drought event' and the fall of the Harappan Civilization: A critical review. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2024. Vol. 331. Article 105187.

¹⁶¹ Там само. Vol. 331. Article 105187.

¹⁶² Giesche A., Hodell D. A., Petrie C. A., Haug G. H., Adkins J. F., Plessen B., Breitenbach S. F. Recurring summer and winter droughts from 4.2–3.97 thousand years ago in north India. *Communications Earth & Environment*. 2023. Vol. 4, № 1. Article 103. URL: <https://www.nature.com/articles/s43247-023-00763-z> (дата звернення: 20.10.2025).

Внаслідок таких кліматичних коливань сільське господарство – основа економіки Індської цивілізації – зазнало глибокої кризи. Висихання водойм, нестача опадів і зменшення врожайності зернових (особливо ячменю та пшениці) спричинили дефіцит продовольства, що, своєю чергою, дестабілізувало соціальну структуру. Як зазначає дослідження University of Cambridge¹⁶³, саме посуха стала тим «повільним катастрофічним фактором», який спричинив поступову міграцію населення з північно – західних районів до більш вологих регіонів долини Гангу. Кліматичні процеси мали не лише кількісний, а й просторовий вимір: зміщення мусонних фронтів на південний схід призвело до різкого зниження рівня опадів у долині Сарасваті й посилення їх у регіоні сучасного Гуджарату¹⁶⁴. Дослідження Research Outreach¹⁶⁵ доводить, що ця регіональна асиметрія у розподілі опадів призвела до деградації північно – західних міст, але водночас сприяла формуванню нових поселень на південному сході. Таким чином, зміщення мусонних потоків стало головним механізмом географічної трансформації Індської цивілізації, змусивши її населення пристосовуватись до нових кліматичних реалій.

Паралельно зі змінами клімату в регіоні відбувалася масштабна гідрологічна перебудова, яка зумовила поступове висихання або міграцію річкових систем, що слугували артеріями життя Індської цивілізації. Найбільш драматичним був занепад річки Сарасваті (Гхаггар – Хакра), яку багато дослідників вважають центральною водною віссю давніх міст. Геоморфологічні та седиментологічні дані вказують, що ця річка у пізньому

¹⁶³ Prolonged droughts likely spelled the end for Indus megacities. University of Cambridge. URL: <https://www.cam.ac.uk/research/news/prolonged-droughts-likely-spelled-the-end-for-indus-megacities> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁶⁴ Climate Change Likely Caused Migration, Demise of Ancient Indus Valley Civilization. Woods Hole Oceanographic Institution. URL: <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/climate-change-likely-caused-migration-demise-of-ancient-indus-valley-civilization> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁶⁵ Indus civilisation decline: Core evidence for Late Holocene climate change. Research Outreach. URL: <https://researchoutreach.org/articles/indus-civilisation-decline-core-evidence-late-holocene-climate-change> (дата звернення: 20.10.2025).

голоцені поступово втратила зв'язок із гімалайськими джерелами та перетворилася на сезонну, а згодом – на пересихаючу долину^{166, 167}.

Дослідження U.Khan і співавт. показує, що зміни в седиментаційних процесах басейну Інду та його приток відбувалися під впливом як природних, так і антропогенних чинників. Зниження тектонічної активності, ослаблення мусонних потоків і підвищене осадонакопичення призвели до міграції русел та формування нових каналів стоку, що роз'єднало колишню систему водопостачання міст. У багатьох районах північного Белуджистану та Пенджабу зафіксовано шари алювіальних відкладів, які свідчать про раптові паводкові події, змінені періодами повного висихання¹⁶⁸.

Палеоекологічні дані підтверджують, що річка Сарасваті, від якої залежали десятки міст, зникла не миттєво, а протягом кількох століть. Згідно з дослідженням S. Dutt і співавт., деградація гідросистеми відбувалася поетапно: спочатку відбулося скорочення площі розливів, потім – скорочення паводкового сезону, і зрештою – відхід головних потоків на захід у бік долини Інду. Поступово зникли родючі заплави, що постачали воду для зрошення, і це поставило під загрозу всю аграрну економіку¹⁶⁹.

Сучасні геоархеологічні спостереження¹⁷⁰ свідчать, що у багатьох стародавніх каналах і резервуарах Мохенджо – Даро та Хараппи простежуються ознаки замулення та ерозії, що вказує на порушення водного режиму ще до остаточного занепаду міст. Це призвело до втрати ефективності систем дренажу та каналізації, які були одними з

¹⁶⁶ Dutt S., Gupta A. K., Singh M., Jaglan S., Saravanan P., Balachandiran P., Singh A. Climate variability and evolution of the Indus civilization. *Quaternary International*. 2019. Vol. 507. P. 15–23.

¹⁶⁷ Kumar S. Environmental factors contribute to the decline of Indus Valley Civilization. *International Journal of History*. 2019. Vol. 1, № 1. P. 48–55.

¹⁶⁸ Khan U., Janjuhah H. T., Kontakiotis G., Rehman A., Zarkogiannis S. D. Natural processes and anthropogenic activity in the Indus River sedimentary environment in Pakistan: A critical review. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021. Vol. 9, № 10. Article 1109. URL: <https://doi.org/10.3390/jmse9101109> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁶⁹ Там само. Vol. 507. P. 15–23.

¹⁷⁰ Kumar S. Environmental factors contribute to the decline of Indus Valley Civilization. *International Journal of History*. 2019. Vol. 1, № 1. P. 48–55.

найрозвиненіших у давньому світі. Додаткові морфологічні дані з аналізу осадів підтверджують гіпотезу про поступову деградацію гідросистеми. R. Kumar¹⁷¹ зазначає, що у прибережних зонах річкової дельти відбувалося накопичення грубих алювіальних фракцій, що свідчить про зниження сили потоку та відсутність регулярних паводків. Цей процес супроводжувався опусканням рівня ґрунтових вод, унаслідок чого численні криниці, басейни та іригаційні канали перестали функціонувати.

Для Індської цивілізації, яка спиралася на складну систему водного менеджменту, гідрологічна криза мала руйнівні наслідки. Як свідчить аналітичний огляд Woods Hole Oceanographic Institution¹⁷², саме втрата стабільного водного ресурсу спричинила скорочення врожайності, занепад ремесел і зник торгівлі між міськими центрами. Міста, які виникли біля водних шляхів, поступово втратили своє економічне значення, а населення почало мігрувати до районів зі стабільнішими гідрологічними умовами. Згідно з дослідженням Down to Earth¹⁷³, цей процес супроводжувався масовими переміщеннями населення з заходу на схід, до долини Гангу, де мусонні дощі залишалися більш стабільними. Це пояснює поступову появу нових культурних осередків у пізньому Гарапському періоді, які продовжували традиції Індської цивілізації, але вже в інших природних умовах.

Окрім кліматичних та гідрологічних змін, на занепад Індської цивілізації вплинули й антропогенні чинники, що посилили наслідки природних катастроф. Зокрема, археологічні та геоекологічні дослідження свідчать про явища перенаселення та виснаження природних ресурсів у

¹⁷¹ Kumar R. Unveiling the environmental catalysts: Unraveling the decline of the Indus Valley Civilization. *Current Research Journal of History*. 2023. Vol. 4, № 9. P. 01–04.

¹⁷² Climate Change Likely Caused Migration, Demise of Ancient Indus Valley Civilization. Woods Hole Oceanographic Institution. URL: <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/climate-change-likely-caused-migration-demise-of-ancient-indus-valley-civilization> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁷³ Climate change pushed Indus Valley migrants west to east: Study. Down To Earth. URL: <https://www.downtoearth.org.in/climate-change/climate-change-pushed-indus-valley-migrants-west-to-east-study-67862> (дата звернення: 20.10.2025).

пізньому гараппському періоді. Активне використання земель під інтенсивне землеробство, вирубка дерев для палива, будівництва й виробництва цегли поступово призвели до деградації екосистеми. Як зазначається у сучасних аналітичних оглядах, безконтрольна експлуатація ресурсів, зокрема води та ґрунтів, зменшила здатність навколишнього середовища відновлюватися. У результаті навіть помірні кліматичні коливання набули катастрофічного масштабу. R. Kumar¹⁷⁴ звертає увагу на археологічні дані, що вказують на зміни структури сільськогосподарського землекористування: у пізньому періоді спостерігається розширення посівних площ, що, ймовірно, перевищувало екологічну ємність території. Цей процес, у поєднанні зі скороченням кількості опадів, призвів до ерозії ґрунтів, замулення каналів і виснаження родючих земель. Зниження продуктивності сільського господарства, за свідченнями S. Kumar¹⁷⁵, стало одним із головних факторів дестабілізації економічної системи міст.

Важливим екологічним наслідком господарської діяльності Індської цивілізації була вирубка рослинності, що зумовила зміну мікроклімату та посилення випаровування вологи з поверхні ґрунту. Згідно з дослідженням U. Khan та ін.¹⁷⁶, у басейні Інду відбувалася поступова заміна природних лісів відкритими ландшафтами, що спричинило зниження локальної вологості та зменшення затримання атмосферних опадів. У поєднанні з природними посухами це призвело до формування вторинних аридних зон, які швидко розширювались і перетворювали раніше родючі землі на пустельні території.

Суто природних і господарських процесів, значну роль відіграв і біосоціальний фактор. За результатами антропологічних досліджень G.

¹⁷⁴ Kumar R. Unveiling the environmental catalysts: Unraveling the decline of the Indus Valley Civilization. *Current Research Journal of History*. 2023. Vol. 4, № 9. P. 01–04.

¹⁷⁵ Kumar S. Environmental factors contribute to the decline of Indus Valley Civilization. *International Journal of History*. 2019. Vol. 1, № 1. P. 48–55.

¹⁷⁶ Khan U., Janjuhah H. T., Kontakiotis G., Rehman A., Zarkogiannis S. D. Natural processes and anthropogenic activity in the Indus River sedimentary environment in Pakistan: A critical review. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021. Vol. 9, № 10. Article 1109. URL: <https://doi.org/10.3390/jmse9101109> (дата звернення: 20.10.2025).

Robbins Schug та ін.¹⁷⁷, у кісткових рештках пізньої Гараппи простежуються ознаки хронічних інфекційних захворювань, зокрема туберкульозу та лепри. Вчені припускають, що ці хвороби могли поширитися внаслідок екологічного стресу, дефіциту води та харчових ресурсів. Погіршення санітарних умов у перенаселених міських центрах створило сприятливе середовище для епідемій, які могли прискорити демографічний спад. Цей аспект свідчить, що занепад Індської цивілізації не був лише природною або економічною кризою, а й комплексним соціоекологічним феноменом, у якому взаємодіяли біологічні, культурні та екологічні чинники.

Кліматичні, гідрологічні та антропогенні чинники спільно спричинили глибоку соціальну трансформацію в межах Індської цивілізації. Археологічні та палеогенетичні дані свідчать, що близько 1900 р. до н.е. почалися масові міграційні потоки населення зі зневоднених північно – західних районів на схід і південь, у зони з більш стабільним кліматом і достатнім водопостачанням¹⁷⁸. Як засвідчують публікації Down to Earth¹⁷⁹ та Woods Hole Oceanographic Institution¹⁸⁰, цей рух був не хаотичним переселенням, а тривалим процесом адаптації, що тривав кілька століть. Люди залишали старі міські центри, зокрема Мохенджо – Даро та Хараппу, і створювали нові поселення в долині Гангу, де мусонна система залишалася активнішою.

¹⁷⁷ Robbins Schug G., Blevins K. E., Cox B., Gray K., Mushrif-Tripathy V. Infection, disease, and biosocial processes at the end of the Indus Civilization. PLoS One. 2013. Vol. 8, № 12. Article 0084814. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084814> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁷⁸ Prolonged droughts likely spelled the end for Indus megacities. University of Cambridge. URL: <https://www.cam.ac.uk/research/news/prolonged-droughts-likely-spelled-the-end-for-indus-megacities> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁷⁹ Climate change pushed Indus Valley migrants west to east: Study. Down To Earth. URL: <https://www.downtoearth.org.in/climate-change/climate-change-pushed-indus-valley-migrants-west-to-east-study-67862> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁸⁰ Climate Change Likely Caused Migration, Demise of Ancient Indus Valley Civilization. Woods Hole Oceanographic Institution. URL: <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/climate-change-likely-caused-migration-demise-of-ancient-indus-valley-civilization> (дата звернення: 20.10.2025).

University of Cambridge¹⁸¹ підкреслює, що ці міграції відбувалися хвилеподібно й супроводжувалися культурною дифузією: нові громади частково зберігали технологічні та архітектурні традиції Індської цивілізації, але змінювали економічну модель на більш локальну. У нових умовах головну роль почали відігравати малі аграрні поселення, які орієнтувались на самозабезпечення, а не на централізовану міську економіку. Це явище у сучасній археології описується як деурбанізація – зворотний процес переходу від урбаністичної системи до сільського типу господарства¹⁸².

За даними J. McIntosh¹⁸³, у пізньому гараппському періоді (близько 1800–1300 рр. до н.е.) міські центри втратили адміністративну функцію, а матеріальна культура зазнала спрощення: зникла стандартизація цегли, ускладнене водопостачання перестало підтримувати багатопверхову забудову, а торгівля на великі відстані занепала. Водночас у сільських поселеннях спостерігається збереження окремих технологій, зокрема гончарства, металообробки та системи каналів, що свідчить не про миттєвий колапс, а про адаптацію до нових екологічних умов¹⁸⁴. Цей поступовий перехід супроводжувався культурною трансформацією, яка згодом підготувала підґрунтя для формування ведійського періоду. Як зазначає A. Lawler¹⁸⁵, у постгараппських поселеннях простежуються ознаки нових соціальних структур і релігійних практик, орієнтованих на аграрно – пасторальний спосіб життя. Міські храми та централізовані ритуали

¹⁸¹ Prolonged droughts likely spelled the end for Indus megacities. University of Cambridge. URL: <https://www.cam.ac.uk/research/news/prolonged-droughts-likely-spelled-the-end-for-indus-megacities> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁸² Dutt S., Gupta A. K., Singh M., Jaglan S., Saravanan P., Balachandiran P., Singh A. Climate variability and evolution of the Indus civilization. *Quaternary International*. 2019. Vol. 507. P. 15–23.

¹⁸³ McIntosh J. R. *The Ancient Indus Valley: New Perspectives*. Santa Barbara : Bloomsbury Publishing USA, 2007. URL: <https://dn790008.ca.archive.org/0/items/ancientindusvalleynewperspectivesjanemcintoshr.586/T/Ancient%20Indus%20Valley%20New%20Perspectives%20%20Jane%20Mcintosh%20R.%20.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁸⁴ Там само. Vol. 507. P. 15–23.

¹⁸⁵ Lawler A. Indus collapse: The end or the beginning of an Asian culture? *Science*. 2008. URL: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.320.5881.1281> (дата звернення: 20.10.2025).

поступилися місцем локальним культам і родовим святиням, що свідчить про децентралізацію влади та духовної системи. Цей процес не був «кінцем» Індської цивілізації, а радше її еволюцією в новому середовищі.

Комплекс біогеологічних індикаторів переконливо демонструє тривалу аридизацію середовища в пізньому голоцені, що збіглася у часі з деурбанізацією Індської цивілізації. Палінологічні профілі фіксують зниження частки вологолюбних таксонів і зростання пилку ксерофітної флори, що відображає стійкий дефіцит опадів і зменшення ґрунтової вологи; у поєднанні з даними ізотопних серій й осадових ядер це свідчить про системне ослаблення літнього мусону¹⁸⁶, ¹⁸⁷. Геоморфологічні спостереження додають до цієї картини свідчення з боку рельєфоутворюючих процесів: фіксуються фази активізації еолової акумуляції, перевідкладення алювію та деградація заплавлених ландшафтів, що унеможливило підтримання колишньої щільної мережі іригації¹⁸⁸. Палеоґрунтові зрізи із зонами карбонатизації та утворенням кальцієвих прожилок вказують на тривалий водний стрес і високу випаровуваність, характерні для аридних умов¹⁸⁹. Сукупність цих палеокліматичних і палеоекологічних ознак дозволяє трактувати занепад як довгостроковий процес екологічного виснаження, а не як наслідок одноразового катаклізму.

Археологічний матеріал підтверджує структурні зміни в господарсько – культурній системі. Простежуються модифікації у типології кераміки – перехід від стандартизованих, добре випалених форм з характерною

¹⁸⁶ Giesche A., Hodell D. A., Petrie C. A., Haug G. H., Adkins J. F., Plessen B., Breitenbach S. F. Recurring summer and winter droughts from 4.2–3.97 thousand years ago in north India. *Communications Earth & Environment*. 2023. Vol. 4, № 1. Article 103. URL: <https://www.nature.com/articles/s43247-023-00763-z> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁸⁷ Jahan T., Quamar M. F. The '4.2 ka drought event' and the fall of the Harappan Civilization: A critical review. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2024. Vol. 331. Article 105187. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034666724001386> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁸⁸ Indus civilisation decline: Core evidence for Late Holocene climate change. *Research Outreach*. URL: <https://researchoutreach.org/articles/indus-civilisation-decline-core-evidence-late-holocene-climate-change> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁸⁹ Sahni M. R. Bio-Geological evidence bearing on the decline of the Indus Valley Civilisation. *Journal of the Palaeontological Society of India*. 1956. Vol. 1, № 1. P. 101.

орнаментациєю до більш варіативного, локального виробництва; змінюються будівельні практики, знижується однорідність і розміри стандартної «гараппської» цегли, спрощуються прийоми водного менеджменту в межах поселень. У ритуальній сфері відзначаються трансформації складних міських комплексів і поява локальних культових осередків, що корелює з децентралізацією соціального простору¹⁹⁰, ¹⁹¹. Наявність у стратиграфії окремих об'єктів «ремонтних» шарів, переробки будівельних матеріалів і повторного використання каменю й цегли відбиває розтягнутість кризових явищ у часі та прагматичні стратегії населення щодо дефіциту ресурсів.

Біоархеологічні дані доповнюють це бачення показниками здоров'я. На кісткових серіях із пізньогараппських контекстів фіксуються маркери стресу – порозність орбіт (*cribra orbitalia*), гіпоплазії емалі, ознаки хронічних інфекцій і запальних процесів, які узгоджуються з погіршенням харчування, санітарних умов і доступу до безпечної води. Виявлені патерни інфекцій, зокрема туберкульозу та лепри, обґрунтовують припущення про посилення епідемічних процесів на тлі екологічного стресу та соціально – економічної вразливості¹⁹². Накопичення природних і антропогенних стресорів не призвело до одномоментного «колапсу», натомість зумовило тривалу адаптаційну реакцію суспільства. Занепад міських центрів супроводжувався реорганізацією виробництва, переорієнтацією на менші, аграрно орієнтовані поселення та поступовою зміною мереж торгівлі, що узгоджується з моделлю

¹⁹⁰ McIntosh J. R. *The Ancient Indus Valley: New Perspectives*. Santa Barbara : Bloomsbury Publishing USA, 2007.
URL:https://dn790008.ca.archive.org/0/items/ancientindusvalleynewperspectivesjanemcintoshr.586_T/Ancient%20Indus%20Valley%20New%20Perspectives%20%20Jane%20Mcintosh%20R.%20.pdf (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁹¹ Kumar R. Unveiling the environmental catalysts: Unraveling the decline of the Indus Valley Civilization. *Current Research Journal of History*. 2023. Vol. 4, № 9. P. 01–04.

¹⁹² Robbins Schug G., Blevins K. E., Cox B., Gray K., Mushrif-Tripathy V. Infection, disease, and biosocial processes at the end of the Indus Civilization. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, № 12. Article 0084814. URL:<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0084814> (дата звернення: 20.10.2025).

деурбанізації й переакцентуванням на локальні економіки¹⁹³. У ширшій історико – культурній перспективі цей процес виявляється як еволюційний перехід, у якому політична та релігійна організація набуває більш децентралізованих форм, готуючи підґрунтя для наступних культурних фаз Південної Азії¹⁹⁴, ¹⁹⁵. Таким чином, «зникнення» радше означає перетворення і перерозподіл культурного потенціалу у нових екологічних і соціальних умовах.

Методологічно важливим є переосмислення самого терміна «екологічна катастрофа» щодо давніх суспільств. У цьому сенсі катастрофа постає не як раптова точка зламу, а як кумулятивний процес довготривалого середовищного тиску, що розгортається у взаємодії зі структурами господарювання, демографією та культурними практиками¹⁹⁶. Такий підхід дає змогу інтегрувати макропроцеси кліматичної та гідрологічної динаміки з мікрорівнем соціокультурних відповідей, уникаючи редукції складних історичних явищ до одномірних причинних схем¹⁹⁷.

Узгодження природничих і гуманітарних методів дослідження – ключ до реконструкції причинно – наслідкових ланцюгів занепаду Індської цивілізації. Палеокліматичні моделі, ізотопні та палінологічні дані, геоморфологічний і седиментологічний аналіз, з одного боку, та археологічні, історико – антропологічні й біоархеологічні інтерпретації – з іншого, у сукупності створюють багаторівневу доказову базу, яка відтворює

¹⁹³ Dutt S., Gupta A. K., Singh M., Jaglan S., Saravanan P., Balachandiran P., Singh A. Climate variability and evolution of the Indus civilization. *Quaternary International*. 2019. Vol. 507. P. 16. P. 39.

¹⁹⁴ Lawler A. Indus collapse: The end or the beginning of an Asian culture? *Science*. 2008. URL: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.320.5881.1281> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁹⁵ McIntosh J. R. *The Ancient Indus Valley: New Perspectives*. Santa Barbara : Bloomsbury Publishing USA, 2007. URL: <https://dn790008.ca.archive.org/0/items/ancientindusvalleynewperspectivesjanemcintoshr.586/T/Ancient%20Indus%20Valley%20New%20Perspectives%20%20Jane%20Mcintosh%20R.%20.pdf> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁹⁶ Гамалія К. М. Загибель давніх цивілізацій: ретроспективний аналіз. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/812d7387-728e448f-b03f-2e8fbf2b3825/content?trackerId=f576cc0dc5bbe0b6> (дата звернення: 20.10.2025).

¹⁹⁷ Kötke W. H. *The Final Empire: The Collapse of Civilization and the Seed of the Future*. Bloomington : AuthorHouse, 2007. 652 p.

як екологічні зрушення, так і соціальні механізми відповіді на них^{198, 199, 200, 201}. Саме цей міждисциплінарний синтез дозволяє побачити занепад не як «кінець», а як динаміку пристосування, у межах якої суспільство переосмислює інститути, технології та культурні практики, пристосовуючись до зміненого природного середовища.

Отже, занепад цивілізації долини Інду був не наслідком одномоментної катастрофи, а результатом тривалого комплексу кліматичних, гідрологічних та антропогенних процесів, що взаємодіяли протягом кількох століть. Ослаблення мусонів, висихання річкових систем і поступова аридизація середовища зруйнували екологічну основу аграрного виробництва, тоді як перенаселення, вирубка лісів і деградація ґрунтів прискорили кризу. Наслідком стала деурбанізація, міграція населення та культурна трансформація, що заклала підґрунтя для ведійського періоду. Археологічні, біогеологічні та антропологічні свідчення підтверджують поступовий характер цих змін, які свідчать не лише про крах, а про складну адаптацію суспільства до нових природних умов. Таким чином, історія Індської цивілізації є прикладом того, як екологічні фактори можуть формувати траєкторію розвитку великих культур і визначати межі стійкості людських систем.

¹⁹⁸ Dutt S., Gupta A. K., Singh M., Jaglan S., Saravanan P., Balachandiran P., Singh A. Climate variability and evolution of the Indus civilization. *Quaternary International*. 2019. Vol. 507. P. 15.

¹⁹⁹ Indus civilisation decline: Core evidence for Late Holocene climate change. Research Outreach. URL: <https://researchoutreach.org/articles/indus-civilisation-decline-core-evidence-late-holocene-climate-change> (дата звернення: 20.10.2025).

²⁰⁰ Kumar R. Unveiling the environmental catalysts: Unraveling the decline of the Indus Valley Civilization. *Current Research Journal of History*. 2023. Vol. 4, № 9. P. 01–04.

²⁰¹ Khan U., Janjuhah H. T., Kontakiotis G., Rehman A., Zarkogiannis S. D. Natural processes and anthropogenic activity in the Indus River sedimentary environment in Pakistan: A critical review. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021. Vol. 9, № 10. Article 1109. URL: <https://doi.org/10.3390/jmse9101109> (дата звернення: 20.10.2025).

3.3. Місто Херсонес та вплив геодинамічних процесів на узбережжя

Херсонес Таврійський – один із найважливіших античних полісів Північного Причорномор'я, заснований грецькими колоністами з Гераклеї Понтійської у V ст. до н.е. на території сучасного Гераклейського півострова. Вибір саме цього місця для заснування поселення не був випадковим і зумовлювався низкою природно – географічних переваг. Узбережжя півострова характеризується природними бухтами, що забезпечували безпечні умови для стоянки суден, наявністю джерел прісної води та родючими ґрунтами, придатними для сільського господарства^{202, 203, 204}. Така комбінація факторів створювала сприятливе середовище для розвитку міста як морського торгового й політичного центру.

Археологічні й історичні свідчення підтверджують, що Херсонес із моменту заснування швидко перетворився на один із головних вузлів грецької колонізації регіону. Його поява стала частиною ширшого процесу освоєння Північного Причорномор'я еллінськими переселенцями, які прагнули забезпечити торгові шляхи та джерела ресурсів у межах нових колоніальних володінь^{205, 206}. Розташований на перетині морських маршрутів, Херсонес контролював вихід із Чорного моря до Середземномор'я, а також мав доступ до внутрішніх шляхів у глиб материка через систему лиманів і бухт. Завдяки цьому місто виконувало не лише економічну, а й

²⁰² Дудченко Д. Я. Про давнє місто Тавриди – Херсонес. Всеукраїнська наукова конференція «Історичні регіони України: минуле та сучасність». 2013. С. 55–57.

²⁰³ Карпович Р. Г. Античні міста-держави Північного Причорномор'я в доісторичній добі України. URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/886/382.pdf?sequence=1> (дата звернення: 21.10.2025).

²⁰⁴ Чеканов В. Ю. Цивілізаційний код Криму: давньогрецька колонізація. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Історичні науки. 2018. Т. 29(68), № 3. С. 57–61.

²⁰⁵ Так само. Т. 29(68), № 3. С. 57–61.

²⁰⁶ Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1411> (дата звернення: 21.10.2025).

геостратегічну функцію, ставши посередником між грецьким світом і місцевими варварськими племенами^{207, 208}.

Важливим етапом розвитку міста стало формування хори – сільськогосподарського оточення, яке забезпечувало Херсонес продовольством і сировиною. Система землерозподілу на основі регулярних земельних ділянок відображала високий рівень організації, властивий класичним полісним державам²⁰⁹. Ця структура дозволила ефективно інтегрувати природне середовище в економічну модель міста, що значно підвищувало його стабільність та автономність.

Однак географічні переваги Херсонеса поєднувалися з геодинамічними ризиками, зумовленими особливостями розташування Гераклейського півострова. За сучасними геофізичними даними, територія міста розміщена у межах контакту Скіфської плити та Причорноморського прогину – структурно активної зони, де впродовж історичного часу спостерігалися вертикальні й горизонтальні тектонічні рухи²¹⁰. Ця особливість зумовила постійні геоморфологічні зміни узбережжя, переформування берегової лінії, появу зсувів і локальних піднятих. Уже в античну добу жителі Херсонеса фіксували випадки руйнування берегів і підтоплення портових споруд, що пізніше стало одним із визначальних чинників формування сучасного вигляду пам'ятки.

Гераклейський півострів, на якому розташований давній Херсонес, належить до південно – західної частини Кримського півострова, що відзначається складною геоморфологічною структурою. Його основою є

²⁰⁷ Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1411> (дата звернення: 21.10.2025).

²⁰⁸ Karasiewicz-Szczypiorski R., Zawadzka-Pawlewska U. Defensive walls of Chersonesos Taurica. An analysis of destruction and reconstruction traces. Światowit. 2014. Vol. XI (LII)/A. P. 113–131.

²⁰⁹ Carter J. C., Crawford M., Lehman P., Nikolaenko G., Trelogan J. The Chora of Chersonesos in Crimea, Ukraine. American Journal of Archaeology. 2000. Vol. 104, № 4. P. 707–741.

²¹⁰ Kozlenko M., Kozlenko Y. Locating the southern boundary of the East European Platform within the north-western Black Sea shelf according to gravimetric data. Geofizicheskiy Zhurnal. 2022. Vol. 44, № 4. P. 51–73. URL: <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264841> (дата звернення: 21.10.2025).

вапнякові плато, сформовані внаслідок підняття осадових товщ неогенового періоду. Геологічний розріз представлений вапняками, мергелями, суглинками та алювіальними відкладами, що чергуються між собою й утворюють нестійкі схиліві системи²¹¹. Поєднання вапнякових урвищ, гравітаційних схилів і підрізаних абразією ділянок створює сприятливі умови для розвитку зсувних процесів, особливо в межах прибережної тераси, де навантаження від забудови античного часу збігалось з природною нестабільністю ґрунтів.

За гравіметричними даними, Гераклеїський півострів лежить у межах південної зони розлому Скіфської плити, де фіксуються вертикальні рухи земної кори з амплітудою кілька міліметрів на рік²¹². Ця тектонічна активність зумовила не лише формування платоподібного рельєфу, а й постійні зсуви берегової лінії, що впливали на морфологію бухт. Згідно з даними ЮНЕСКО²¹³, сучасна берегова смуга Херсонеса зазнала значного відступу: частина укріплень античного часу нині опинилася під водою, а фрагменти міських стін зазнали руйнування внаслідок підмиву та коливань рівня моря.

Аналіз морфогенезу узбережжя, проведений у межах міжнародних геоархеологічних проєктів²¹⁴, ²¹⁵ свідчить про циклічну динаміку рівня

²¹¹ Бойко К. Є. Геологічні умови формування сучасних зсувів південного берега Криму. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія. 2015. № 43. С. 33–38.

²¹² Kozlenko M., Kozlenko Y. Locating the southern boundary of the East European Platform within the north-western Black Sea shelf according to gravimetric data. *Geofizicheskiy Zhurnal*. 2022. Vol. 44, № 4. P. 51–73. URL: <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264841> (дата звернення: 21.10.2025).

²¹³ The Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora (5th century BC – 14th century AD). Ministry of Culture of Ukraine. National Commission of Ukraine for UNESCO. Tauric Chersonese National Preserve. Institute of Monument Protection Research. URL: <https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1411.pdf> (дата звернення: 21.10.2025).

²¹⁴ Bosneagu R. *The Black Sea from Paleogeography to Modern Navigation: Applied Maritime Geography and Oceanography*. Cham : Springer Nature, 2022. 502 p.

²¹⁵ Constantinescu Ș. Salt in the map: Cartography of the forgotten lakes of the Black Sea. *GeoJournal*. 2025. Vol. 90, № 5. Article 246. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-025-11496-1> (дата звернення: 21.10.2025).

Чорного моря у голоцені. Протягом останніх трьох тисячоліть у регіоні відбувалося кілька фаз трансгресії, під час яких рівень моря підвищувався на 1–3 м. Ці коливання призводили до затоплення прибережних зон і зникнення частини давніх гаваней. Зокрема, згідно з морськими картографічними даними²¹⁶, контури Херсонеської бухти поступово зміщувалися вглиб материка, що добре узгоджується з археологічними спостереженнями щодо занурення портових споруд.

Подібні геоморфологічні процеси фіксуються і на інших ділянках північного узбережжя Чорного моря. Для античного поселення Керкінітіс, розташованого на захід від Херсонеса, відзначено аналогічні прояви берегової абразії та підтоплення, що призвели до втрати частини культурного шару²¹⁷. Порівняльний аналіз цих територій показує, що узбережжя Криму є єдиною динамічною геосистемою, у якій поєднання тектонічних рухів і морських процесів визначає довгострокову еволюцію прибережних ландшафтів. Таким чином, геоморфологічна структура Гераклеїського півострова та її природна динаміка стали одним із ключових факторів формування історико – ландшафтного образу Херсонеса – міста, яке з часом змінювалося разом із морем.

На території Херсонеса протягом багатьох століть відбувалася активізація геодинамічних процесів, що безпосередньо вплинули на збереження археологічної спадщини. Найбільш вразливими виявилися ділянки прибережної тераси, де природна нестійкість порід поєднувалася з додатковим навантаженням від міських споруд. За сучасними спостереженнями, зсувні явища особливо характерні для південного сектора міста, зокрема району античного театру, де схили мають крутизну понад 30°,

²¹⁶ Constantinescu Ş. Salt in the map: Cartography of the forgotten lakes of the Black Sea. *GeoJournal*. 2025. Vol. 90, № 5. Article 246. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-025-11496-1> (дата звернення: 21.10.2025).

²¹⁷ Kutaisov V. A., Smekalova T. J. N. Coastal geoarchaeology of Kerkinitis (northwestern Crimea). *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography*. 2016. № 126. P. 79–89.

а розрізи складаються з чергування глинистих і вапнякових прошарків²¹⁸. Археологічні розкопки виявили сліди кількох фаз обвалів і руйнувань, після яких мешканці античного міста здійснювали реконструкції споруд, що підтверджує постійний характер зсувних процесів.

Другим визначальним чинником є підняття рівня Чорного моря, що відбувалося впродовж історичного часу. У досьє ЮНЕСКО²¹⁹ зафіксовано, що частина портових і прибережних кварталів міста нині занурена під воду на глибину 1–2 м. Це свідчить про поступове опускання тектонічного блоку Гераклейського півострова або відносне підняття рівня моря, яке зумовило руйнування давньої берегової лінії. Унаслідок цього зникла частина портової інфраструктури – пірси, склади, набережні, що в античний період формували економічне ядро міста²²⁰.

Важливу роль у руйнуванні археологічних шарів відіграє вітрова та гідродинамічна ерозія. Постійний вплив штормових хвиль і вітрів південно – західного напрямку спричинює утворення морських абразійних ніш, розмивання ґрунтів і підмив фундаментів^{221, 222}. В окремих ділянках берегова смуга щорічно втрачає до 15–20 см, що становить серйозну загрозу для збереження пам'ятки. Сучасні геоморфологічні карти демонструють поступове відступання узбережжя на кілька метрів протягом останніх десятиліть. Додатковим свідченням геодинамічної активності регіону є

²¹⁸ Бойко К. Є. Геологічні умови формування сучасних зсувів південного берега Криму. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія. 2015. № 43. С. 33–38.

²¹⁹ The Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora (5th century BC – 14th century AD). Ministry of Culture of Ukraine. National Commission of Ukraine for UNESCO. Tauric Chersonese National Preserve. Institute of Monument Protection Research. URL: <https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1411.pdf> (дата звернення: 21.10.2025).

²²⁰ Bosneagu R. The Black Sea from Paleogeography to Modern Navigation: Applied Maritime Geography and Oceanography. Cham : Springer Nature, 2022. 502 p.

²²¹ Baralis A., Bivolaru A., Marriner N., Morhange C., Porotov A. V., Zin'ko V. N. Geomorphology and geoarchaeology of Black Sea coasts. The results of ANR, IUF, Labex OT-Med and A* MIDEX research projects. Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography. 2016. № 126. P. 11–14

²²² Cordova C. E. The Mediterraneanization of Crimea. Physical and cultural processes in landscape transformation. Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography. 2016. № 126. P. 25–36.

гравіметричні вимірювання, які дозволяють визначити амплітуду вертикальних рухів земної кори. За даними новітніх досліджень²²³, південна частина Кримського узбережжя характеризується складною системою глибинних розломів, що простягаються у північно – західному напрямку. Ці структури зумовлюють нерівномірне опускання окремих ділянок платформи, сприяючи розвитку зсувів і підтоплень у межах Херсонеського мису.

Археологічний комплекс Херсонеса Таврійського є унікальним джерелом для реконструкції природно – геодинамічних процесів, які впливали на місто протягом понад двох тисячоліть. Дані стратиграфії та топографічних досліджень свідчать про поступове опускання частини території міста, що відображено у різних рівнях культурних нашарувань. У деяких секторах античного міста спостерігаються перекоси будівель і різновисотне розміщення вулиць, що свідчить про локальні вертикальні рухи ґрунтів і тектонічні зсуви²²⁴, ²²⁵, ²²⁶. Це підтверджується зіставленням археологічних і геоморфологічних даних, за якими культурні пласти демонструють поступовий дрейф у напрямку до моря, що узгоджується з процесом повільного занурення прибережної зони.

Оборонні споруди міста дають ще більш переконливі свідчення про фази геодинамічної активності. Аналіз руйнувань і реконструкцій міських стін, виконаний на основі археологічних розкопок і порівняльного аналізу мурів, дозволив виділити щонайменше три періоди масштабних деструкцій,

²²³ Kozlenko M., Kozlenko Y. Locating the southern boundary of the East European Platform within the north-western Black Sea shelf according to gravimetric data. *Geofizicheskiy Zhurnal*. 2022. Vol. 44, № 4. P. 51–73. URL: <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264841> (дата звернення: 21.10.2025).

²²⁴ Carter J. C., Crawford M., Lehman P., Nikolaenko G., Trelogan J. The Chora of Chersonesos in Crimea, Ukraine. *American Journal of Archaeology*. 2000. Vol. 104, № 4. P. 707–741

²²⁵ Karasiewicz-Szczypiorski R., Zawadzka-Pawlewska U. Defensive walls of Chersonesos Taurica. An analysis of destruction and reconstruction traces. *Światowit*. 2014. Vol. XI (LII)/A. P. 113–131.

²²⁶ Ключба Х. М. Херсонес Таврійський. Новий здобуток українсько-американської співпраці. *Археологія*. 2006. № 4. С. 112–114.

які корелюють із підвищенням тектонічної нестабільності²²⁷. У різних секторах оборонної системи виявлено зміщення фундаментних плит, тріщини у мурах та різнорівневі ділянки кладки, що вказує на деформацію основи через нерівномірні осідання. Ці спостереження дають підстави припускати, що руйнування частини укріплень зумовлювали не лише військові дії, а й геологічні чинники – зсуви, коливання рівня ґрунтових вод, підтоплення.

Сільськогосподарська територія навколо Херсонеса – хора – також демонструє сліди природних трансформацій. Дослідження структури давніх землерозподільних систем виявили порушення регулярної сітки ділянок, зумовлені ерозійними процесами й переформуванням ландшафту²²⁸, ²²⁹. У ряді районів хори зафіксовано засипані дренажні канали, ерозійні врізи, а також ділянки давніх терас, які зруйнувалися через інтенсивний поверхневий стік і зміщення ґрунтових мас. Геоархеологічні дослідження підтверджують, що зміна рельєфу відбувалася поступово, проте мала накопичувальний ефект – кожна фаза ерозії знищувала частину аграрної інфраструктури, зменшуючи площу орних земель і порушуючи систему водного господарства²³⁰. Один із найбільш цікавих результатів досліджень останніх десятиліть – виявлення підводних археологічних структур. У прибережній акваторії зафіксовано залишки давніх причалів, доріг, складів та оборонних мурів, які нині перебувають на глибині до двох метрів нижче сучасного рівня моря²³¹. Ці дані переконливо доводять, що частина міста, включно з його портовою

²²⁷ Karasiewicz-Szczypiorski R., Zawadzka-Pawlewska U. Defensive walls of Chersonesos Taurica. An analysis of destruction and reconstruction traces. Światowit. 2014. Vol. XI (LII)/A. P. 114.

²²⁸ Carter J. C., Crawford M., Lehman P., Nikolaenko G., Trelogan J. The Chora of Chersonesos in Crimea, Ukraine. American Journal of Archaeology. 2000. Vol. 104, № 4. P. 707–741.

²²⁹ Kutaisov V. A., Smekalova T. J. N. Coastal geoarchaeology of Kerkinitis (northwestern Crimea). Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography. 2016. № 126. P. 79–89.

²³⁰ Cordova C. E. The Mediterraneanization of Crimea. Physical and cultural processes in landscape transformation. Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography. 2016. № 126. P. 25–36.

²³¹ Baralis A., Bivolaru A., Marriner N., Morhange C., Porotov A. V., Zin'ko V. N. Geomorphology and geoarchaeology of Black Sea coasts. The results of ANR, IUF, Labex OT-Med and A* MIDEX research projects. Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography. 2016. № 126. P. 11–14.

зоною, була поступово затоплена внаслідок геодинамічних рухів та трансгресії моря.

Геодинамічні процеси, які впливали на Херсонес Таврійський, мали не лише геологічний чи археологічний вимір, а й виразні екологічні наслідки, що позначилися на сучасному стані пам'ятки. Одним із ключових результатів тектонічних рухів і змін гідрологічного режиму стала активізація зсувів і карстових явищ, які порушили природний дренаж території. Згідно з дослідженнями сучасного рельєфу²³², зона південних схилів Херсонеського мису є потенційно нестійкою: чергування водотривких глин та водопроникних вапняків сприяє накопиченню підповерхневих вод, що призводить до розмивання основи культурного шару. Ці процеси небезпечні не лише для давніх археологічних структур, а й для сучасної охоронної інфраструктури заповідника.

Порушення природного дренажу й наближення моря спричиняють засолення ґрунтів і підвищення вологості у нижніх горизонтах археологічних шарів. Як зазначається у дослідженнях із охорони культурної спадщини²³³, зміни гідрологічного балансу створюють умови для формування вторинних мінералів – солей, які кристалізуються у порах давніх будівельних матеріалів, прискорюючи їх руйнування. Додатковим фактором ризику є мікрокліматичні коливання, спричинені зміною напрямів вітрів та температурного режиму прибережної смуги, що негативно позначається на стабільності археологічних конструкцій і настінних залишків²³⁴, ²³⁵. Вплив морських процесів на прибережну екосистему також фіксується у змінах

²³² Бойко К. Є. Геологічні умови формування сучасних зсувів південного берега Криму. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія. 2015. № 43. С. 33–38.

²³³ Титова О. М. Культурна спадщина Криму та Донбасу: сучасний стан, можливості збереження. Праці Центру пам'яткознавства. 2016. № 30. С. 5–24.

²³⁴ Так само. № 30. С. 5–24.

²³⁵ Кривошея І., Якименко Л. Кримські об'єкти культурної спадщини ЮНЕСКО: постанексійний синдром (на матеріалі електронних видань). Київські історичні студії. 2017. № 1. С. 120–128.

фауни та флори. За даними екологічного моніторингу²³⁶ у зоні колишнього античного порту формується специфічна біота, характерна для прибережних лагун і напівзакритих бухт, що зазнали антропогенного та природного впливу. Зростання щільності морських організмів, осадження мулів і розвиток водоростей на залишках античних споруд прискорюють процеси біокорозії. Таким чином, природне середовище, яке колись забезпечувало процвітання міста, сьогодні стало чинником його поступового руйнування.

Можна зазначити, що екологічні наслідки геодинамічних процесів проявляються на всіх рівнях археологічної системи Херсонеса – від мікроструктури будівельних матеріалів до змін ландшафтної морфології. Вони створюють складну екосистемну взаємодію, у якій кожен природний процес безпосередньо впливає на стан культурної спадщини. Сучасне збереження Херсонеса потребує врахування цих взаємозалежностей, оскільки саме екологічна стабільність є основною умовою довготривалої консервації пам'ятки світового значення.

Сучасний стан Херсонеса Таврійського визначається поєднанням історичної цінності пам'ятки та підвищеного ризику її руйнування через активні природні процеси. Згідно з даними ЮНЕСКО^{237, 238} найбільші втрати фіксуються у прибережній частині міста, передусім у південному секторі, де підняття рівня моря та посилення штормової активності спричиняють прогресуючу ерозію схилів. Деградація берегової зони призводить до оголення археологічних шарів, що створює загрозу втрати безцінних історичних об'єктів. Для стабілізації ситуації запроваджуються інженерні та природоохоронні заходи, серед яких – облаштування дренажних систем, укріплення схилів підпірними стінками та регулярний геотехнічний

²³⁶ Bosneagu R. The Black Sea from Paleogeography to Modern Navigation: Applied Maritime Geography and Oceanography. Cham : Springer Nature, 2022. 502 p.

²³⁷ The Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora (5th century BC – 14th century AD). Ministry of Culture of Ukraine. National Commission of Ukraine for UNESCO. Tauric Chersonese National Preserve. Institute of Monument Protection Research. URL: <https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1411.pdf> (дата звернення: 21.10.2025).

²³⁸ Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1411> (дата звернення: 21.10.2025).

моніторинг²³⁹, ²⁴⁰. Ці дії спрямовані на зниження ризику зсувів і запобігання подальшому руйнуванню берегової смуги. Водночас сучасна практика збереження пам'ятки спирається на цифрові технології: проводиться 3D – сканування археологічних структур, георадарне зондування культурних шарів і дистанційний моніторинг змін узбережжя²⁴¹, ²⁴², ²⁴³. Такі методи дозволяють відстежувати навіть незначні деформації, своєчасно реагувати на небезпечні тенденції й формувати базу даних для довгострокового планування консерваційних заходів.

Проблема охорони Херсонеса ускладнюється політичним контекстом. Після анексії Криму постали правові та організаційні виклики, пов'язані з обмеженням міжнародного доступу до об'єкта та унеможливленням системного нагляду з боку українських установ²⁴⁴. Це створює ризик для ефективного управління пам'яткою і ставить під сумнів дотримання міжнародних стандартів збереження культурної спадщини²⁴⁵. Отже, захист Херсонеса нині потребує не лише технічних, а й правових рішень, які забезпечать його збереження як об'єкта світового значення.

²³⁹ Бойко К. Є. Геологічні умови формування сучасних зсувів південного берега Криму. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія. 2015. № 43. С. 33–38

²⁴⁰ Титова О. М. Культурна спадщина Криму та Донбасу: сучасний стан, можливості збереження. Праці Центру пам'яткознавства. 2016. № 30. С. 5–24.

²⁴¹ The Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora (5th century BC – 14th century AD). Ministry of Culture of Ukraine. National Commission of Ukraine for UNESCO. Tauric Chersonese National Preserve. Institute of Monument Protection Research. URL: <https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1411.pdf> (дата звернення: 21.10.2025)

²⁴² Baralis A., Bivolaru A., Marriner N., Morhange C., Porotov A. V., Zin'ko V. N. Geomorphology and geoarchaeology of Black Sea coasts. The results of ANR, IUF, Labex OT-Med and A* MIDEX research projects. Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography. 2016. № 126. P. 11–14.

²⁴³ Kozlenko M., Kozlenko Y. Locating the southern boundary of the East European Platform within the north-western Black Sea shelf according to gravimetric data. Geofizicheskiy Zhurnal. 2022. Vol. 44, № 4. P. 51–73. URL: <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264841> (дата звернення: 21.10.2025).

²⁴⁴ Кривошея І., Якименко Л. Кримські об'єкти культурної спадщини ЮНЕСКО: постанексійний синдром (на матеріалі електронних видань). Київські історичні студії. 2017. № 1. С. 120–128.

²⁴⁵ Титова О. М. Культурна спадщина Криму та Донбасу: сучасний стан, можливості збереження. Праці Центру пам'яткознавства. 2016. № 30. С. 5–24.

Херсонес Таврійський є модельним прикладом взаємодії природного середовища й культурного ландшафту античного міста. Його історія демонструє, як геологічні та гідрологічні процеси визначали розвиток урбаністичних структур, а згодом – їхню деградацію^{246, 247, 248, 249}. Дослідження цього об'єкта дозволяє простежити складну систему взаємовпливу людини та природи, у якій природні сили формують матеріальну культуру, а культурна діяльність, своєю чергою, модифікує довкілля. Інтеграція природничих (геологічних, гідрологічних) і гуманітарних (археологічних, історичних) підходів є необхідною для повного розуміння динаміки таких об'єктів^{250, 251, 252}. Синтез цих методів забезпечує багатовимірне бачення: від аналізу тектонічних структур і морфогенезу до реконструкції історичних ландшафтів та систем господарювання. Зокрема, використання геоінформаційних технологій дозволяє створювати моделі прогнозування геодинамічних ризиків, які допомагають виявляти потенційно небезпечні ділянки та планувати заходи з охорони.

Отже, Херсонес Таврійський є винятковим прикладом того, як природні геодинамічні процеси впливають на долю археологічних

²⁴⁶ Дудченко Д. Я. Про давнє місто Тавриди – Херсонес. Всеукраїнська наукова конференція «Історичні регіони України: минуле та сучасність». 2013. С. 55–57.

²⁴⁷ Карпович Р. Г. Античні міста-держави Північного Причорномор'я в доісторичній добі України. URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/886/382.pdf?sequence=1> (дата звернення: 21.10.2025).

²⁴⁸ Чеканов В. Ю. Цивілізаційний код Криму: давньогрецька колонізація. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Історичні науки. 2018. Т. 29(68), № 3. С. 57–61.

²⁴⁹ Carter J. C., Crawford M., Lehman P., Nikolaenko G., Trelogan J. The Chora of Chersonesos in Crimea, Ukraine. *American Journal of Archaeology*. 2000. Vol. 104, № 4. P. 707–741.

²⁵⁰ Baralis A., Bivolaru A., Marriner N., Morhange C., Porotov A. V., Zin'ko V. N. Geomorphology and geoarchaeology of Black Sea coasts. The results of ANR, IUF, Labex OT-Med and A* MIDEX research projects. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography*. 2016. № 126. P. 11–14.

²⁵¹ The Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora (5th century BC – 14th century AD). Ministry of Culture of Ukraine. National Commission of Ukraine for UNESCO. Tauric Chersonese National Preserve. Institute of Monument Protection Research. URL: <https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1411.pdf> (дата звернення: 21.10.2025).

²⁵² Kozlenko M., Kozlenko Y. Locating the southern boundary of the East European Platform within the north-western Black Sea shelf according to gravimetric data. *Geofizicheskiy Zhurnal*. 2022. Vol. 44, № 4. P. 51–73. URL: <https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264841> (дата звернення: 21.10.2025).

комплексів. Розташований у тектонічно активній зоні, він протягом століть зазнавав впливу зсувів, підтоплень, абразії та коливань рівня Чорного моря, що призвело до поступового занурення частини міста під воду та руйнування берегових споруд. Археологічні та геоморфологічні дані переконливо свідчать про постійну взаємодію людини і природного середовища, де кожен етап розвитку супроводжувався адаптацією до нових умов. Сучасні методи моніторингу, 3D – картографування та георадарних досліджень відкривають можливість системного контролю змін узбережжя та планування заходів зі збереження пам'ятки. Таким чином, Херсонес виступає не лише історичним свідченням античної цивілізації, а й живою лабораторією для вивчення взаємозв'язку між геодинамікою, екологією та збереженням культурної спадщини.

3.4. Природні чинники руйнування археологічних комплексів Ольвії та острова Березань

Ольвія Понтійська та Борисфеніда (острів Березань) посідають провідне місце серед найдавніших грецьких колоній Північного Причорномор'я. Їх поява у середині VII ст. до н. е. відображає процес іонійської колонізації Нижнього Побужжя, коли мореплавці з Мілета заклали перші торгово – ремісничі осередки на стику морського й річкового середовищ. Спершу саме на Березані виник пункт Борисфен, який виконував роль протоколонії, а згодом трансформувався у повноцінний політичний і торговий центр – Ольвію, розташовану вище за течією Бузького лиману²⁵³,
²⁵⁴, ²⁵⁵.

²⁵³ Каряка О. В. Визначення Ольвії Понтійської як давньогрецького міста: нарис історії археологічних досліджень. Український історичний збірник. 2011. № 14. С. 303–313.

²⁵⁴ Каряка О., Яненко А. Матеріали обстеження державного заповідника «Ольвія» 1938 р.: боротьба за «цінну історичну одиницю». Матеріали та дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2017. Вип. 21. С. 324–346.

²⁵⁵ Буйських С. Б. Ольвія та Березань в контексті заснування іонійського колоніального поліса в Нижньому Побужжі. Музейний вісник: науково-теоретичний щорічник. 2012. № 12. С. 53–63.

Ольвія впродовж кількох століть була одним із головних грецьких полісів регіону, осередком економічної, культурної та духовної взаємодії між еллінами й місцевими племенами. Її топографічне положення — на високому березі лиману, поруч із судноплавними протоками — зумовило як господарський розквіт, так і вразливість до природних впливів. Та сама закономірність спостерігається і для Березані: острів, який у давнину, ймовірно, був півостровом, поступово відокремився від материка внаслідок трансгресій Чорного моря²⁵⁶.

Наукові дослідження пам'яток мають понад двохсотлітню історію — від перших розвідок І. Срезневського та Е. Кларка до сучасних експедицій Інституту археології НАН України. Проте попри значний обсяг археологічного матеріалу, саме природні процеси — абразія, зсуви, карстові явища, підтоплення — залишаються найменш контрольованими чинниками, що безпосередньо впливають на збереження культурного шару. Їх системне вивчення, особливо у прибережних умовах, стало можливим лише після впровадження підводної археології та геоінформаційного аналізу, про що свідчать новітні українські дослідження^{257, 258}.

Територія, де розташовані Ольвія та Березань, входить до складу складної естуарної системи — Дніпровсько — Бузького лиману, який поєднує морські, річкові та лагунні процеси. Геоморфологічно це низинна ділянка, утворена алювіальними й морськими відкладами, що постійно зазнають впливу течій, льодоходу, сезонних коливань рівня води та штормових наганів^{259, 260, 261, 262}. Саме ця комбінація природних чинників робить

²⁵⁶ Археология Украинской ССР. Том 2. Скифо-сарматская и античная археология. Київ : Наукова думка, 1986. 301 с.

²⁵⁷ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

²⁵⁸ Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 336 с.

²⁵⁹ Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2022. № 838. С. 37–46.

узбережжя надзвичайно динамічним і вразливим. Береги лиману складаються переважно з лесових суглинків і пісковиків, які мають слабку стійкість до водної ерозії. Під дією хвиль і ґрунтових вод вони зазнають постійного руйнування, що спричиняє сповзання культурних горизонтів, обвали схилів і втрату частин археологічних об'єктів.

Кліматичні особливості регіону – сезонні контрасти вологості, різкі перепади температур і цикли замерзання – відтавання – підсилюють деструктивні процеси. Під час весняних паводків і підйому рівня лиману активізуються зсуви, особливо на південних і південно – західних схилах Гераклеїської тераси, де розташована Ольвія. Для Березані характерні морські абразійні ніші, що розширюються щороку на кілька десятків сантиметрів, оголюючи археологічні залишки²⁶³.

Палеогеографічна реконструкція регіону показує, що за останні дві тисячі років лінія узбережжя зазнала багаторазових трансформацій. У часи античності Бузький лиман мав іншу конфігурацію – вужчу акваторію й більш виражені мисові виступи, де розміщувалися причали Ольвії. Протягом середньовіччя та нового часу морські трансгресії призвели до поступового занурення нижніх терас і часткового затоплення портів споруд^{264, 265, 266, 267}. Сучасна геодинаміка фіксує подальше зміщення берегової лінії та

²⁶⁰ Kozlovskaya V. The Northern Black Sea in Antiquity. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 366 p.

²⁶¹ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

²⁶² Так само. 336 с.

²⁶³ Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2022. № 838. С. 37–46.

²⁶⁴ Ольвія II. Археологічні пам'ятки УРСР. Київ : Видавництво Академії наук Української РСР, 1958. Т. 7. 161 с.

²⁶⁵ Braund D. Greater Olbia: Ethnic, religious, economic and political interactions in the region of Olbia c. 600–100 BC. Classical Olbia. 2007. P. 33–77.

²⁶⁶ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

²⁶⁷ Kozlovskaya V. The Northern Black Sea in Antiquity. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 366 p.

просідання алювіальних товщ, що створює умови для підтоплення залишків забудови. Підводні обстеження останніх років засвідчили, що значна частина культурного шару Ольвії нині перебуває під водою, а біля Березані ідентифіковано сліди давніх господарських об'єктів, розмитих течіями. Природне середовище лиману є ключовим агентом, який не лише формував первинний ландшафт античних поселень, а й нині визначає темп їхнього руйнування.

Основними геодинамічними чинниками деградації археологічних комплексів Ольвії та Березані є абразія, зсувні процеси, а також еолово – флювіальні впливи, які спільно формують динаміку руйнування прибережних пам'яток. У межах Бузького лиману абразійне підрізання схилів спостерігається на ділянках, де культурні шари розміщені безпосередньо на уступах берегових терас. Штормові хвилі, особливо в осінньо – зимовий період, підмивають підшву схилів, спричиняючи осідання верхніх горизонтів культурного шару. Унаслідок цього відбувається поступова втрата археологічного матеріалу, особливо у зонах Нижнього міста Ольвії та на південних мисах Березані. За результатами польових спостережень і морфодинамічного аналізу встановлено, що річна швидкість відступу берегової лінії тут становить від 10 до 25 см, а під час екстремальних гідрометеорологічних явищ – до 40 см^{268, 269}.

Зсувні деформації є другою за масштабністю причиною руйнування археологічного середовища. У місцях, де розкопи ведуться на лесових і суглинистих товщах, активізується сповзання блоків ґрунту з археологічними структурами. Особливо це проявляється у секторах Верхнього міста та східної частини хори. Дощовий стік і сезонне насичення ґрунтів водою знижують їхню міцність, викликаючи мікрозсуви, що ведуть до деформації

²⁶⁸ Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2022. № 838. С. 37–46.

²⁶⁹ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

кладок, тріщин у мурах і розривів стратиграфії^{270, 271}. Під час археологічних сезонів 2018–2022 рр. фіксувалися випадки руйнування стін і фундаментів, розташованих на похилих терасах, що свідчить про активізацію гравітаційних процесів унаслідок зміни рівня ґрунтових вод.

Еолові та флювіальні процеси також мають деструктивний характер, хоч і проявляються повільніше. Вітрова ерозія, характерна для відкритих ділянок хори, сприяє розвіюванню верхнього шару ґрунту, оголенню археологічних об'єктів і руйнуванню структури ґрунтового профілю. Водночас сезонне замулення колишніх гаваней і понижених ділянок зменшує дренажну здатність території, посилюючи застій вологи й розвиток вторинних солонців. У районах, прилеглих до давніх портових басейнів, утворюються глинисто – піщані відклади, що перекривають археологічні горизонти і ускладнюють їх виявлення під час розкопок²⁷². Природні механізми руйнування діють комплексно, формуючи багаторівневу модель деградації археологічного середовища: абразія знищує нижні шари, зсуви спотворюють вертикальні структури, а еолові й флювіальні процеси маскують поверхневі рештки. Це вимагає комплексного підходу, що поєднує методи геоморфологічного моніторингу, гідрологічного аналізу та археологічного картографування.

Археологічна топографія Ольвії відображає складну історію природних трансформацій, які впливали на різні зони міста по – різному. Верхнє місто, розташоване на платоподібній ділянці, зазнало меншого впливу затоплення, проте потерпає від ерозії схилів та осідання під дією зсувів. Нижнє місто, навпаки, частково занурене під воду, і його залишки нині фіксуються за

²⁷⁰ Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2022. № 838. С. 37–46.

²⁷¹ Снитко І. О., Гребенников В. Б. До історії дослідження некрополів хори Ольвії VI — III ст. до н. е. Археологія і давня історія України : зб. наук. пр. Київ : Інститут археології НАН України, 2015. Вип. 1(14). С. 179–189.

²⁷² Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

допомогою підводної археології^{273, 274, 275, 276}. Стратиграфічні спостереження показують наявність зміщених культурних горизонтів, що свідчить про періодичне осідання ґрунтів і деформацію забудови.

Археологічні розкопки останніх десятиліть у секторах Нижнього міста підтвердили існування декількох рівнів руйнувань, пов'язаних із природними подіями. Зокрема, знайдені шари делювіальних наносів і обвальні блоки каменю засвідчують епізоди активізації зсувів та абразійного підрізання берегової лінії. Подібні явища простежуються також у некрополях хори – особливо на східних узвишшях, де руйнування курганів і могильних майданчиків відбувається через ерозійне підрізання схилів і порушення дренажної системи^{277, 278}.

Консерваційна практика демонструє, що найбільші втрати матеріальної структури фіксуються в прибережних секторах, де нестійкі ґрунти та коливання вологості призводять до відшарування тиньку, руйнування кам'яної різьби, втрати фресок і поверхневих кладок²⁷⁹. Для стабілізації ситуації застосовуються геотехнічні заходи: укріплення бровок розкопів, облаштування водовідвідних каналів, локальне закріплення конструкцій вапняковими сумішами. Однак без урахування природної динаміки лиману

²⁷³ Ольвія ІІ. Археологічні пам'ятки УРСР. Київ : Видавництво Академії наук Української РСР, 1958. Т. 7. 161 с.

²⁷⁴ Braund D. Greater Olbia: Ethnic, religious, economic and political interactions in the region of Olbia c. 600–100 BC. *Classical Olbia*. 2007. P. 33–77.

²⁷⁵ Буйських А. В., Біляєв О. С., Крутілов В. В. З досвіду консерваційно-реставраційних робіт у Національному історико-археологічному заповіднику Ольвія НАН України. *Археологія*. 2016. № 1. С. 118–125.

²⁷⁶ Снитко І. О., Гребенников В. Б. До історії дослідження некрополів хори Ольвії VI — III ст. до н. е. *Археологія і давня історія України : зб. наук. пр.* Київ : Інститут археології НАН України, 2015. Вип. 1(14). С. 179–189.

²⁷⁷ Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. *Науковий вісник Чернівецького університету: Географія*. 2022. № 838. С. 37–46.

²⁷⁸ Снитко І. О., Гребенников В. Б. До історії дослідження некрополів хори Ольвії VI — III ст. до н. е. *Археологія і давня історія України : зб. наук. пр.* Київ : Інститут археології НАН України, 2015. Вип. 1(14). С. 179–189.

²⁷⁹ Буйських А. В., Біляєв О. С., Крутілов В. В. З досвіду консерваційно-реставраційних робіт у Національному історико-археологічному заповіднику Ольвія НАН України. *Археологія*. 2016. № 1. С. 118–125.

будь – які реставраційні дії мають короткочасний ефект. Ольвія нині виступає лабораторією спостереження за природно – археологічними процесами, де взаємодія морфології берегів, гідрології та мікроклімату визначає темпи збереження культурного шару. Зібрані дані мають не лише локальне, а й методологічне значення для оцінки природних ризиків в інших античних пам'ятках Північного Причорномор'я.

Острів Березань – один із найцінніших археологічних об'єктів Північного Причорномор'я, що поєднує у собі риси природного та культурного феномена. Його сучасна площа становить близько 23 га, проте у давнину вона була значно більшою. Геоморфологічні, палеогеографічні й археологічні дослідження свідчать, що в античний період Березань могла бути не островом, а півостровом, з'єднаним із материком піщаною косою. Подальше підняття рівня моря, коливання рівня лиману й абразійні процеси призвели до розмивання перешийка, утворення протоки й поступового відступу берегової лінії^{280, 281, 282}.

Морфодинаміка острова визначається поєднанням ерозійних, зсувних і гідродинамічних процесів. Найбільше руйнування фіксується на південному та західному узбережжі, де абразія спричинила втрату кількох десятків метрів суші лише протягом останнього століття. Під час штормових нагонів, особливо за південних вітрів, хвилі підмивають підшву берегів, утворюючи уступи заввишки до 2–3 м. Унаслідок цього відбувається сповзання схилів і оголення культурних горизонтів, які містять залишки архаїчних поселень, некрополів і господарських ям²⁸³.

²⁸⁰ Чистов Д. Вулиці архаїчного Борисфена. *Eminak: Scientific Quarterly Journal*. 2021. № 1(33). С. 93–109.

²⁸¹ Буйських С. Б. Ольвія та Березань в контексті заснування іонійського колоніального поліса в Нижньому Побужжі. *Музейний вісник: науково-теоретичний щорічник*. 2012. № 12. С. 53–63.

²⁸² Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 60 с.

²⁸³ Так само. 63 с.

Археологічні спостереження на Березані засвідчують безпосередні прояви природних деструктивних процесів. У житлових і культових комплексах виявлено нахилені кладки, обвали стін, деформації цокольних рівнів, що свідчить про тривале осідання ґрунтів та нестабільність підґрунтя²⁸⁴, ²⁸⁵. Нашарування попелу, делювіальних глин і піщаних фракцій у стратиграфічних перерізах указують на епізоди короточасних, але інтенсивних впливів стихій – буревіїв, повеней, пожеж. Такі сліди, зокрема, зафіксовані у західному секторі острова, де виявлено залишки сакральних споруд із зруйнованими фасадами й вторинно перекритими культурними відкладеннями.

Порівняльний аналіз природних загроз для Березані та Ольвії засвідчує вищу чутливість острова до хвильових і льодових навантажень. Через відкритість акваторії Березанський мис зазнає потужного впливу льодоходів, які діють як природні «фрези», руйнуючи берегову лінію та оголюючи поховані шари. Водночас у лиманній зоні біля Ольвії переважає гравітаційна деструкція і зсуви²⁸⁶, ²⁸⁷

Сучасний стан дослідження прибережних і підводних ділянок поблизу Ольвії та Березані демонструє, що значна частина античних об'єктів сьогодні знаходиться під водою. Затоплення давніх гаваней, портових складів, причалів і житлових кварталів пояснюється поступовим підняттям рівня моря та руйнуванням берегових уступів. Підводні археологічні експедиції, проведені в акваторії Березанського та Бузького лиманів, ідентифікували

²⁸⁴ Чистов Д. Вулиці архаїчного Борисфена. *Eminak: Scientific Quarterly Journal*. 2021. № 1(33). С. 93–109.

²⁸⁵ Буйських С. Б. Ольвія та Березань в контексті заснування іонійського колоніального поліса в Нижньому Побужжі. *Музейний вісник: науково-теоретичний щорічник*. 2012. № 12. С. 53–63.

²⁸⁶ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. *The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions* / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

²⁸⁷ Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 72 с.

численні залишки кам'яних кладок, керамічних фрагментів, фундаментів і доріг, що належали до прибережних споруд античних полісів^{288, 289}.

Завдяки систематичним роботам, описаним у монографії, створено детальні батиметричні карти підводних ділянок. Використання сучасних технологій – бокового оглядового гідролокатора, ехолота й тривимірної батиметрії – дозволило отримати високоточні моделі рельєфу дна, за якими відтворено давню берегову лінію. Порівняння цих моделей із геоморфологічними профілями суші дало змогу виявити ділянки, де в античний період розташовувалися портові споруди й причальні зони, нині занурені на глибину 1,5–3 м.

Підводна археологія відіграє ключову роль не лише в локалізації втрачених пам'яток, а й у реконструкції природної динаміки узбережжя. Аналіз морських і донних відкладів у районі Березані показує, що швидкість осідання культурного шару становила приблизно 0,5–1 мм на рік, тоді як темпи підняття рівня моря в середньому перевищували цей показник утричі. Це пояснює, чому значна частина античних артефактів виявляється на глибині 2–3 м від сучасного рівня моря. Отримані підводні дані дозволили уточнити просторову структуру давньої берегової зони, відновити контури давніх бухт і передбачити подальші ризики руйнування. Завдяки результатам таких досліджень визначено, що сучасна абразійна межа щороку зміщується на 15–20 см углиб суші, що в середньостроковій перспективі загрожує втратою нових ділянок некрополів і прибережних споруд²⁹⁰.

Комплексна консервація археологічних пам'яток Ольвії та Березані нині розглядається як пріоритетна умова збереження їх культурної цілісності.

²⁸⁸ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

²⁸⁹ Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 74 с.

²⁹⁰ Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 336 с.

Польовий досвід Національного історико – археологічного заповідника «Ольвія» показує, що ефективно протистояння природним деструктивним процесам потребує системного поєднання інженерних, екологічних і археологічних заходів. Основними методами є стабілізація схилів, укріплення бровок розкопів, облаштування дренажу, регуляція поверхневого стоку, а також застосування превентивної консервації на об'єктах, що перебувають у зоні ризику²⁹¹.

У рамках сучасних проєктів проводиться моніторинг небезпечних геопроцесів – систематичне спостереження за розвитком тріщин, осіданням ґрунтів, мікрозсувами та змінами мікрорельєфу²⁹², ²⁹³. Для цього використовуються геодезичні методи високої точності (тахеометричні зйомки, лазерне сканування, фотограмметрія), що дозволяють фіксувати зміни з точністю до кількох міліметрів. Спостереження свідчать, що зсувні процеси на південному схилі Ольвії мають переважно повільний характер, проте під час зливових періодів вони можуть переходити в активну фазу, створюючи загрозу для розкопаних ділянок.

Важливим напрямом є інтеграція даних археології, географії та геоінформаційних технологій (ГІС) для прогнозування ризиків і планування консерваційних втручань. Просторовий аналіз за допомогою цифрових моделей рельєфу (DEM) і супутникових знімків дозволяє виявити ділянки з найбільшою ймовірністю абразійного відступу чи осідання. Так, комбінування геоморфологічних, гідрологічних та археологічних даних допомогло визначити зони пріоритетного укріплення – зокрема схили

²⁹¹ Буйських А. В., Біляєв О. С., Крутілов В. В. З досвіду консерваційно-реставраційних робіт у Національному історико-археологічному заповіднику Ольвія НАН України. *Археологія*. 2016. № 1. С. 118–125.

²⁹² Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. *Науковий вісник Чернівецького університету: Географія*. 2022. № 838. С. 37–46.

²⁹³ Так само. 336 с.

Нижнього міста Ольвії та південно – західну частину Березані^{294, 295, 296, 297}. Паралельно запроваджується практика превентивної археології, що передбачає оперативне документування об'єктів перед їх можливою втратою. Такий підхід дає змогу мінімізувати ризики непередбачених руйнувань і забезпечити наукову фіксацію навіть тих пам'яток, які фізично зберегти неможливо.

Проблематика руйнування Ольвії та Березані має не лише природничо – науковий, а й методологічний аспект. Одним із ключових дискусійних питань є розмежування природних і антропогенних чинників деградації. Частина руйнувань спричинена не лише абразією чи зсувами, а й діяльністю людини – зокрема, грабіжницькими ямами, старими розкопами, несанкціонованими кар'єрами для видобутку каменю. Визначення меж між природними та штучними порушеннями стратиграфії є необхідною умовою для коректної реконструкції давніх ландшафтів^{298, 299, 300}.

Водночас більшість дослідників сходяться на думці, що саме природні процеси – коливання рівня моря, ерозія, зсуви, зміна ґрунтового – гідрологічного режиму – виступають головними чинниками втрат. Це зумовлює потребу у міждисциплінарних дослідженнях, які поєднують

²⁹⁴ Кушнір А., Котенко В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. Науковий вісник Чернівецького університету: Географія. 2022. № 838. С. 37–46.

²⁹⁵ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

²⁹⁶ Kozlovskaya V. The Northern Black Sea in Antiquity. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 366 p.

²⁹⁷ Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 336 с.

²⁹⁸ Каряка О. В. Визначення Ольвії Понтійської як давньогрецького міста: нарис історії археологічних досліджень. Український історичний збірник. 2011. № 14. С. 303–313.

²⁹⁹ Каряка О., Яненко А. Матеріали обстеження державного заповідника «Ольвія» 1938 р.: боротьба за «цінну історичну одиницю». Матеріали та дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2017. Вип. 21. С. 324–346.

³⁰⁰ Археология Украинской ССР. Том 2. Скифо-сарматская и античная археология. Київ : Наукова думка, 1986. 299 с.

археологію, геоморфологію, гідрологію та підводні технології. Зокрема, комплексні програми, що використовують батиметрію, ГІС – аналіз і дистанційне зондування, мають потенціал створити повноцінну динамічну модель природних ризиків для античних пам'яток^{301, 302}.

Перспективними напрямками майбутніх робіт визначено регулярну батиметрію та мультиспектральний дрон – моніторинг, які дають змогу відстежувати зміни берегової лінії в реальному часі. Крім того, пропонується встановлення прибережних датчиків рівня води та вологості ґрунтів, що дозволить оцінювати сезонні коливання з високою точністю і своєчасно реагувати на загрози³⁰³.

Отже, природні чинники є основним елементом у процесі руйнування археологічних комплексів Ольвії та острова Березань. Їхня дія проявляється через абразію, зсуви, ерозію, підтоплення й кліматичні коливання, що протягом століть поступово змінюють морфологію узбереж і структуру культурного шару. Геологічна нестабільність берегових терас, зростання вологості, коливання рівня води у лиманах спричиняють осідання ґрунтів і втрату археологічних горизонтів. Для Ольвії характерна руйнація схилів і терас, тоді як Березань вразлива до морських штормів, хвильових навантажень і льодоходів. Сукупність цих процесів формує динамічну модель природного руйнування, у якій збереження пам'яток залежить від темпів геоморфологічних змін. Таким чином, природне середовище виступає головним деструктивним чинником, що визначає сучасний стан і перспективи існування цих унікальних античних центрів Північного Причорномор'я.

³⁰¹ Kozlovskaya V. Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast. The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.

³⁰² Kozlovskaya V. The Northern Black Sea in Antiquity. Cambridge : Cambridge University Press, 2017. 366 p.

³⁰³ Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку : монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв : НУК, 2019. 336 с.

РОЗДІЛ 4

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАХИСТУ АРХЕОЛОГІЧНОЇ СПАДЩИНИ ВІД ПРИРОДНИХ ЗАГРОЗ

4.1. Міжнародні практики моніторингу та захисту археологічних пам'яток

Археологічні пам'ятки становлять матеріальну основу історичної пам'яті людства та виступають одним із ключових чинників культурної ідентичності народів. Вони не лише фіксують конкретні хронологічні зрізи минулого, а й формують колективну свідомість, просторову тяглість культурного розвитку та відчуття історичної тяглості цивілізацій³⁰⁴. Саме через археологічну спадщину людство осмислює еволюцію свого буття – від технологічних винаходів і систем господарювання до соціальних форм взаємодії з природою.

Сучасна концепція охорони культурної спадщини за останні десятиліття зазнала суттєвих трансформацій. Якщо у XX столітті акцент робився переважно на збереженні автентичної форми пам'ятки через реставрацію або консервацію, то нині у фокусі перебуває інтегрований менеджмент ризиків, що враховує динаміку природних і техногенних процесів, соціальний контекст, економічну сталість і потреби локальних спільнот³⁰⁵, ³⁰⁶. Такий підхід ґрунтується на усвідомленні, що культурна спадщина є не статичною матеріальною цінністю, а складовою живої екосистеми, де природні, технологічні та соціальні чинники взаємодіють між собою.

³⁰⁴ Новородовська Н., Молоткіна В., Хмельницька Л. Археологічні пам'ятки як основа збереження історичної пам'яті. Український літопис. 2024. № 3. С. 83–93.

³⁰⁵ Чаговець О. В. Еволюція принципів збереження архітектурної спадщини на основі міжнародних доктринальних документів. Науковий вісник будівництва. 2024. № 111. С. 45–54.

³⁰⁶ A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Managment_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

Міжнародна спільнота дедалі більше визнає, що природні загрози – кліматичні зміни, геодинамічні процеси, підтоплення, ерозія, підвищення рівня моря, опустелювання – становлять одну з найсерйозніших небезпек для культурних ландшафтів світу. Зміни клімату спричиняють порушення гідрологічних і температурних режимів, активізацію екстремальних явищ, що веде до деградації археологічних шарів, особливо у прибережних і низинних регіонах^{307, 308, 309}.

У зв'язку з цим концепція охорони спадщини поступово зміщується від реактивних заходів (реставрація після руйнування) до превентивної моделі, що передбачає постійний моніторинг стану пам'яток, оцінку ризиків, використання геоінформаційних систем, супутникового зондування та моделювання можливих сценаріїв руйнування. Застосування таких стратегій стає необхідною умовою для ефективного управління археологічними об'єктами, особливо тими, що включені до списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО. У результаті формується нова міжнародна парадигма збереження, у межах якої археологічні пам'ятки розглядаються як частина природно – культурних систем, що потребують адаптивного управління. Ця парадигма передбачає поєднання правових, наукових, технічних та соціальних інструментів і вимагає від держав – учасниць інтеграції питань охорони спадщини у національні стратегії екологічної та кліматичної політики. Саме такий підхід забезпечує реальний перехід від декларативного «збереження форми» до практики сталого збереження змісту – тобто історичної, культурної та наукової цінності археологічних об'єктів.

Сучасна система охорони археологічної спадщини спирається на потужну нормативно – правову та доктринальну базу, сформовану під егідою

³⁰⁷Climate Change and World Heritage. UNESCO. URL:

<https://whc.unesco.org/en/climatechange> (дата звернення: 21.10.2025).

³⁰⁸ Nguyen K. N., Baker S. Climate change and UNESCO world heritage-listed cultural properties: a systematic review, 2008–2021. *Heritage*. 2023. Vol. 6, № 3. P. 2394–2420.

³⁰⁹ Lafrenz Samuels K., Platts E. J. Global Climate Change and UNESCO World Heritage. *International Journal of Cultural Property*. 2022. Vol. 29, № 4. P. 409–432. DOI: 10.1017/S0940739122000261.

міжнародних організацій – ЮНЕСКО, ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) та ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property). Їхня діяльність спрямована на створення універсальної системи стандартів і процедур для забезпечення сталого збереження пам'яток, яке враховує не лише реставраційні, але й екологічні, соціальні та геодинамічні аспекти^{310, 311}.

Основою міжнародного підходу є низка базових документів, що формували концептуальні принципи захисту культурної спадщини упродовж другої половини XX – початку XXI століття. Венеційська хартія 1964 року стала відправною точкою для переходу від «реставраційного» до охоронно – наукового підходу. Її положення наголошували на необхідності збереження автентичності матеріалу, контексту та історичного середовища пам'ятки. Подальші документи – Нараська декларація (1994 р.), Флорентійська хартія, Бурська хартія (1999 р.), Документ Квебеку (2008 р.) – розвинули ідеї цілісності, автентичності та «живої спадщини», акцентуючи на необхідності постійного моніторингу, адаптації до природних ризиків і залучення місцевих громад³¹².

В останні десятиліття ключовим поняттям стало «сталий менеджмент культурної спадщини» (sustainable heritage management). Він передбачає не лише фізичну консервацію об'єктів, але й інтеграцію охоронних заходів у політику сталого розвитку. У цьому контексті ICCROM розробив «Посібник із управління ризиками культурної спадщини», який визначає методологію

³¹⁰ Climate Change and World Heritage. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/climatechange> (дата звернення: 21.10.2025).

³¹¹ A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Managment_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

³¹² Чаговець О. В. Еволюція принципів збереження архітектурної спадщини на основі міжнародних доктринальних документів. Науковий вісник будівництва. 2024. № 111. С. 45–54.

ідентифікації, оцінки та зменшення ризиків шляхом міждисциплінарної співпраці³¹³.

ЮНЕСКО відіграє провідну роль у формуванні глобальної системи моніторингу та реагування на природні загрози для об'єктів Всесвітньої спадщини. Через свої спеціалізовані програми – World Heritage Monitoring, Climate Change and Heritage, Sustainable Development Policy – організація забезпечує збір, аналіз і публікацію даних про стан археологічних і архітектурних пам'яток у зоні ризику. Особлива увага приділяється комплексам, розташованим у прибережних регіонах, які зазнають руйнівного впливу підняття рівня моря, ерозії та зсувів³¹⁴, ³¹⁵. ЮНЕСКО ініціює міжнародні рамкові стратегії, що поєднують культурну політику з екологічними стандартами, наприклад: World Heritage and Climate Change Policy Document (2021 р.), Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention та Strategy for Reducing Risks to World Heritage Properties. Ці документи визначають механізми створення систем раннього попередження, цифрового моніторингу та екологічної звітності, що уможливорюють прогнозування загроз для археологічних об'єктів³¹⁶, ³¹⁷.

Технічна еволюція засобів спостереження за станом культурної спадщини стала одним із найважливіших досягнень останніх десятиліть. Міжнародна практика довела, що ефективне збереження археологічних пам'яток неможливе без геоінформаційного моніторингу, який поєднує

³¹³ A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Managment_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

³¹⁴ Climate Change and World Heritage. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/climatechange> (дата звернення: 21.10.2025).

³¹⁵ Lafrenz Samuels K., Platts E. J. Global Climate Change and UNESCO World Heritage. International Journal of Cultural Property. 2022. Vol. 29, № 4. P. 409–432. DOI: 10.1017/S0940739122000261.

³¹⁶ Policy Document on Climate Action for World Heritage. UNESCO. 2023. URL: <https://whc.unesco.org/en/documents/204421> (дата звернення: 21.10.2025).

³¹⁷ The Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/guidelines> (дата звернення: 21.10.2025).

методи дистанційного зондування Землі, супутникові дані, лазерне сканування та інструменти просторового аналізу³¹⁸.

Використання супутникових платформ Copernicus і Sentinel дозволяє відстежувати зміни рельєфу, вологості ґрунтів, деформації та мікрорухи в земній поверхні, що є індикаторами зсувів чи осідання археологічних ділянок. Завдяки аналізу знімків у різних спектральних діапазонах дослідники фіксують початкові етапи руйнування об'єктів, ще до того, як зміни стають помітними візуально³¹⁹. Інноваційні підходи включають лазерне (LiDAR) та фотограмметричне сканування, яке забезпечує створення високоточної тривимірної моделі пам'ятки з можливістю простежити її мікродеформації у часі. Паралельно застосовуються геофізичні методи – електротомографія, георадар, магнітометрія – для фіксації підповерхневих структур і виявлення зон з підвищеною вологістю або пустотами, що створюють ризик провалів³²⁰.

Особливо вагомий внесок у стандартизацію таких методів зробив європейський проєкт PROTHEGO (Protecting the European Cultural Heritage from Geohazards). У межах цього проєкту об'єкти Всесвітньої спадщини у 28 країнах Європи були включені до мережі супутникового моніторингу за допомогою технології Persistent Scatterer Interferometry (PSI). Це дозволило виявляти навіть міліметрові зміни висот і горизонтальних переміщень споруд, зокрема археологічних пам'яток, розташованих у зонах активних

³¹⁸ Themistocleous K., Danezis C., Frattini P., Crosta G., Valagussa A. Best practices for monitoring, mitigation, and preservation of cultural heritage sites affected by geo-hazards: the results of the PROTHEGO project. Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018). SPIE, 2018. Vol. 10773. P. 325–335.

³¹⁹ Methods for Monitoring Heritage at Risk Sites in a Rapidly Changing Environment. Society for Historical Archaeology. 2023. URL: <https://core.tdar.org/collection/71507/methods-for-monitoring-heritage-at-risk-sites-in-a-rapidly-changing-environment> (дата звернення: 21.10.2025).

³²⁰ Barbaro C. C., Fiorucci M., Grechi G., Forti L., Marmoni G. M., Martino S. Safeguarding archaeological excavations and preserving cultural heritage in cave environments through engineering geological and geophysical approaches. Journal of Archaeological Science: Reports. 2024. Vol.60. Article104868. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X24004966> (дата звернення: 21.10.2025).

геодинамічних процесів³²¹, ³²². Результати PROTHEGO продемонстрували ефективність поєднання супутникових, геофізичних і наземних методів для створення систем раннього попередження про ризики. Завдяки ним було розроблено рекомендації щодо інтеграції моніторингових даних у національні бази культурної спадщини, а також протоколи для оперативного реагування на природні загрози.

Інженерно – геологічний аспект охорони археологічних пам'яток є одним із ключових напрямів сучасної міжнародної практики. Він передбачає вивчення фізичних властивостей ґрунтів, структури підземних шарів і геодинамічних процесів, які безпосередньо впливають на збереження матеріальної основи культурної спадщини. Застосування методів інженерної геології, геофізики та підземного моніторингу дає змогу визначати ділянки потенційного осідання, активізації зсувів, підтоплень або мікросейсмічних коливань, що можуть становити загрозу для археологічних об'єктів³²³.

В останні роки міжнародні наукові центри розробили низку комплексних інженерно – геологічних програм, орієнтованих на превентивний захист пам'яток. Їхня суть полягає у створенні карт ризику, де поєднано дані геологічних спостережень, топографії, вологості ґрунтів та геофізичних параметрів. Такі карти використовуються для планування археологічних робіт, стабілізації схилів і контролю за зміною рівня підземних вод.

Основою міжнародних підходів є управління ризиками у природно – нестабільних середовищах, що включає три ключові етапи:

³²¹ Themistocleous K., Danezis C., Frattini P., Crosta G., Valagussa A. Best practices for monitoring, mitigation, and preservation of cultural heritage sites affected by geo-hazards: the results of the PROTHEGO project. Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018). SPIE, 2018. Vol. 10773. P. 325–335.

³²² PROTHEGO. Heritage Research Hub. URL: <https://www.heritageresearch-hub.eu/project/prothego> (дата звернення: 21.10.2025).

³²³ Barbaro C. C., Fiorucci M., Grechi G., Forti L., Marmoni G. M., Martino S. Safeguarding archaeological excavations and preserving cultural heritage in cave environments through engineering geological and geophysical approaches. Journal of Archaeological Science: Reports. 2024. Vol.60. Article104868. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X24004966> (дата звернення: 21.10.2025).

1. Пріоритизація ризиків – виявлення найбільш небезпечних природних процесів для конкретного об'єкта;
2. Моніторинг і оцінка – безперервне спостереження з використанням сенсорів, георадарів, гідрологічних станцій;
3. Превентивна стабілізація – технічні заходи (дренаж, підпірні стінки, укріплення схилів) та екологічні рішення (біоінженерні насадження, відновлення водного балансу)³²⁴.

Серед успішних міжнародних прикладів – ініціативи в Італії, Греції, Іспанії та Туреччині, де археологічні пам'ятки, розташовані в зонах активної ерозії або підтоплення, було збережено завдяки застосуванню геоелектричних бар'єрів, сенсорних систем контролю деформацій і зелених укріплювальних структур³²⁵. Подібні підходи демонструють ефективність поєднання інженерної геології з природоохоронними методами, що мінімізують втручання в археологічне середовище.

Кліматичні зміни стали глобальним фактором ризику для археологічної спадщини, і саме тому міжнародна політика збереження пам'яток сьогодні інтегрує адаптаційні стратегії як ключовий компонент охоронних заходів. Документ UNESCO «Climate Change and World Heritage» визначає, що основною загрозою для археологічних ландшафтів є зростання частоти екстремальних погодних явищ, підняття рівня моря, деградація ґрунтів і сезонні коливання вологості, які спричиняють руйнування культурних шарів³²⁶.

³²⁴ A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Managment_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025)/

³²⁵ Barbaro C. C., Fiorucci M., Grechi G., Forti L., Marmoni G. M., Martino S. Safeguarding archaeological excavations and preserving cultural heritage in cave environments through engineering geological and geophysical approaches. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2024. Vol.60. Article104868. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X24004966> (дата звернення: 21.10.2025).

³²⁶ Climate Change and World Heritage. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/climatechange> (дата звернення: 21.10.2025).

Європейська платформа Climate – ADAPT пропонує мультифакторний підхід до адаптації, що поєднує спостереження за кліматичними параметрами, екологічне планування та інтеграцію локальних стратегій у національні політики³²⁷. Особлива увага приділяється прибережним археологічним комплексам, де ризики поєднують вплив морської ерозії, засолення та зміщення берегової лінії. Для гірських і напіваридних регіонів розробляються сценарії адаптації, які передбачають контроль за зволоженням, температурними амплітудами, а також впровадження матеріалів із підвищеною стійкістю до кліматичних навантажень³²⁸. Високий рівень адаптаційної готовності демонструють країни ЄС, Велика Британія, Канада та Австралія, де діють національні програми зі створення баз даних про кліматичні ризики для археологічних пам'яток і впровадження систем регулярної оцінки вразливості об'єктів³²⁹.

Системне управління ризиками – це центральна складова міжнародної практики охорони археологічної спадщини. ICCROM розробив чітку методологію ризик – менеджменту, яка базується на послідовних етапах:

1. Ідентифікація ризиків – визначення природних і антропогенних загроз;
2. Аналіз і оцінка – кількісне й якісне вимірювання ймовірності та масштабу впливу;
3. Зменшення та запобігання – розробка конкретних технічних і організаційних рішень³³⁰.

³²⁷ Multifaceted approaches to protecting Tangible Cultural Heritage. The European Climate AdaptationPlatformClimate-ADAPT.URL:<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/multifaceted-approaches-to-protecting-tangible-cultural-heritage> (дата звернення: 21.10.2025).

³²⁸ Nguyen K. N., Baker S. Climate change and UNESCO world heritage-listed cultural properties: a systematic review, 2008–2021. Heritage. 2023. Vol. 6, № 3. P. 2394–2420.

³²⁹ Lafrenz Samuels K., Platts E. J. Global Climate Change and UNESCO World Heritage. International Journal of Cultural Property. 2022. Vol. 29, № 4. P. 409–432. DOI: 10.1017/S0940739122000261.

³³⁰ A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Managment_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

Моделі інтегрованого моніторингу поєднують геологічні, екологічні та археологічні дані, що дозволяє створювати комплексну систему контролю за станом пам'яток^{331, 332}. Така модель передбачає взаємодію наукових інституцій, державних служб охорони культурної спадщини та природоохоронних відомств, що підвищує ефективність управління на місцевому рівні. Результати реалізації проєктів PROTHEGO та Heritage at Risk підтвердили, що системи раннього реагування здатні попередити до 80% потенційних руйнувань шляхом оперативного аналізу супутникових і геоданих^{333, 334}. У такий спосіб міжнародна практика довела, що саме інтегрований моніторинг і ризик – менеджмент є найефективнішим шляхом до довготривалого збереження археологічних об'єктів у природно – нестабільних зонах.

Сучасні міжнародні програми з охорони археологічної спадщини демонструють, що її збереження є колективним завданням, яке потребує взаємодії міжнародних та національних інституцій^{335, 336}. Вирішальне значення має міждисциплінарний підхід, що поєднує археологію, геологію,

³³¹ Themistocleous K., Danezis C., Frattini P., Crosta G., Valagussa A. Best practices for monitoring, mitigation, and preservation of cultural heritage sites affected by geo-hazards: the results of the PROTHEGO project. Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018). SPIE, 2018. Vol. 10773. P. 325–335.

³³² Methods for Monitoring Heritage at Risk Sites in a Rapidly Changing Environment. Society for Historical Archaeology. 2023. URL: <https://core.tdar.org/collection/71507/methods-for-monitoring-heritage-at-risk-sites-in-a-rapidly-changing-environment> (дата звернення: 21.10.2025).

³³³ Barbaro C. C., Fiorucci M., Grechi G., Forti L., Marmoni G. M., Martino S. Safeguarding archaeological excavations and preserving cultural heritage in cave environments through engineering geological and geophysical approaches. Journal of Archaeological Science: Reports. 2024. Vol.60. Article104868. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352409X24004966> (дата звернення: 21.10.2025).

³³⁴ PROTHEGO. Heritage Research Hub. URL: <https://www.heritageresearch-hub.eu/project/prothego> (дата звернення: 21.10.2025).

³³⁵ Новородовська Н., Молоткіна В., Хмельницька Л. Археологічні пам'ятки як основа збереження історичної пам'яті. Український літопис. 2024. № 3. С. 83–93.

³³⁶ Чаговець О. В. Еволюція принципів збереження архітектурної спадщини на основі міжнародних доктринальних документів. Науковий вісник будівництва. 2024. № 111. С. 45–54.

геоінформатику, екологічну інженерію та правову політику^{337, 338}. Водночас одним із пріоритетів стає адаптація міжнародних стандартів моніторингу до локальних умов, зокрема для українських пам'яток Причорномор'я та степової зони, де ризики зсувів, абразії й підтоплення особливо високі^{339, 340}. Впровадження цифрових систем спостереження, картування ризиків і залучення локальних громад є необхідними кроками до створення національної системи моніторингу природних загроз для археологічних об'єктів.

Отже, міжнародні практики моніторингу та захисту археологічних пам'яток засвідчують перехід від фрагментарних охоронних заходів до цілісної системи управління ризиками. У центрі сучасного підходу перебуває концепція сталого збереження, яка поєднує технічні, екологічні, правові й соціальні інструменти. Міжнародні програми ЮНЕСКО, ІКОМОС і ICCROM закріпили стандарти інтегрованого моніторингу, що ґрунтується на використанні супутникових технологій, геоінформаційних систем і інженерно – геологічних методів. У межах цих стратегій археологічна спадщина розглядається як динамічна складова культурного ландшафту, чутлива до кліматичних і геодинамічних змін. Досвід провідних країн Європи, Північної Америки й Австралії демонструє ефективність міждисциплінарного підходу, коли археологія співпрацює з природничими науками й цифровими технологіями. Таким чином, глобальна тенденція у сфері охорони спадщини спрямована на запровадження превентивних,

³³⁷ Themistocleous K., Danezis C., Frattini P., Crosta G., Valagussa A. Best practices for monitoring, mitigation, and preservation of cultural heritage sites affected by geo-hazards: the results of the PROTHEGO project. Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018). SPIE, 2018. Vol. 10773. P. 325–335.

³³⁸ A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Management_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

³³⁹ Climate Change and World Heritage. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/climatechange> (дата звернення: 21.10.2025).

³⁴⁰ Multifaceted approaches to protecting Tangible Cultural Heritage. The European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT. URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/multifaceted-approaches-to-protecting-tangible-cultural-heritage> (дата звернення: 21.10.2025).

науково обґрунтованих механізмів захисту, що гарантують довготривале збереження археологічних об'єктів у змінному природному середовищі.

4.2. Застосування цифрових технологій у фіксації та збереженні спадщини

Цифрова трансформація у сфері культури стала одним із найпотужніших чинників зміни підходів до збереження історичної пам'яті у XXI столітті. Вона охоплює не лише технічні інновації, а й глибоку методологічну переоцінку самої сутності культурної спадщини, що тепер сприймається як динамічний інформаційний ресурс, а не лише матеріальний об'єкт. У цьому контексті поняття «збереження» розширюється до «цифрової репрезентації» – тобто створення точних цифрових моделей, архівів і баз даних, які забезпечують відтворення, поширення та доступ до пам'яток у нових формах³⁴¹.

Цифрові дані перетворюються на повноцінний культурний ресурс, що не лише фіксує фізичний стан пам'яток, а й відображає процеси їхнього вивчення, реставрації та інтерпретації. Завдяки цьому науковці отримують можливість створювати нові типи аналітичних зв'язків, порівнювати результати розкопок і реконструкцій, формувати інтерактивні віртуальні бази знань³⁴². Цифрові технології уможливають поєднання точності наукової документації з відкритістю культурного доступу, створюючи середовище, де пам'ятки функціонують як інформаційно – комунікаційні об'єкти. У глобальному вимірі процес цифровізації став закономірним етапом еволюції культурної політики. Архівування – традиційна форма фіксації спадщини – поступається місцем інтерактивному цифровому простору, де користувачі можуть не лише переглядати, а й взаємодіяти з об'єктами у форматі 3D, AR

³⁴¹ Волинець В. Цифрові технології у сфері культури: теоретизація проблеми цифрових даних і культурної спадщини. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2021. Т. 4, № 2. С. 195–205.

³⁴² Pouloupoulos V., Wallace M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. Big Data and Cognitive Computing. 2022. Vol. 6, № 3. Article 73. URL: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/3/73> (дата звернення: 21.10.2025).

або VR. Такі практики активно розвиваються у світових музеях, археологічних центрах та університетах, формуючи новий тип культурної присутності – віртуальну автентичність, засновану на цифровій достовірності й науковій верифікації³⁴³.

Поняття «цифрова культурна спадщина» виникло на перетині культурології, інформатики та архівної справи й нині охоплює комплекс процесів, спрямованих на фіксацію, збереження, інтерпретацію та комунікацію культурних цінностей у цифровому форматі. Згідно з міжнародними підходами, цифрова спадщина розглядається як сукупність ресурсів, створених у цифровій формі або переведених із фізичних носіїв, які мають історичну, художню, наукову чи соціальну цінність³⁴⁴. В українському науковому контексті ця категорія поступово утверджується як феномен цифрової культури, що поєднує гуманітарний зміст із технологічними засобами його втілення. Цифрова спадщина включає архіви, фототеки, електронні бази даних, мультимедійні каталоги, віртуальні реконструкції, а також цифрові карти археологічних пам'яток, які забезпечують їхню наукову репрезентацію та публічну видимість^{345, 346}.

Однією з особливостей цифрової спадщини є її вторинний характер: вона не замінює оригінал, а створює паралельний рівень існування пам'ятки – інформаційний, але не матеріальний. Цей рівень стає критично важливим для об'єктів, які зазнають фізичного руйнування або перебувають у зонах ризику. Такі цифрові копії не лише виконують функцію збереження, а й слугують базою для досліджень, реконструкцій та освітніх програм,

³⁴³ Rababeh S., Hanaqtah R., Abu-Khafajah S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. *Heritage*. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.

³⁴⁴ Кулиняк М. А. Цифрова культурна спадщина як феномен цифрової культури. *Культурологічний альманах*. 2022. № 3. С. 218–227.

³⁴⁵ Логвіненко К. О. Цифрові фотоархіви як чинник збереження культурної спадщини й формування національної ідентичності в Україні. *Культурологічний альманах*. 2025. № 2. С. 426–431.

³⁴⁶ Pouloupoulos V., Wallace M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. *Big Data and Cognitive Computing*. 2022. Vol. 6, № 3. Article 73. URL: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/3/73> (дата звернення: 21.10.2025).

зберігаючи доступ до знання навіть у випадку втрати оригіналу. Однак із розвитком цифрової археології постають нові етичні та методологічні проблеми. Насамперед ідеться про автентичність цифрової копії, яка за своєю природою не є тотожною матеріальному артефакту. Виникають питання про критерії достовірності цифрової моделі, межі авторського права та етичну відповідальність дослідників і розробників цифрових реконструкцій³⁴⁷. Цифрова копія може набувати статусу «похідної цінності» – тобто не просто дублювати оригінал, а формувати нову, самостійну форму культурного існування, що потребує власних механізмів захисту й легітимації.

Цифрові методи фіксації археологічних об'єктів є основою сучасної стратегії документування та збереження культурної спадщини. Серед ключових інструментів – фотограмметрія, 3D – сканування, лазерне (LiDAR) моделювання та створення цифрових ортофотопланів, які дозволяють з максимальною точністю зафіксувати просторову структуру пам'ятки. Ці методи формують «цифровий двійник» об'єкта, що зберігає його форму, масштаб і топографічний контекст, забезпечуючи подальші можливості для віртуальної реконструкції, реставрації або архівування^{348, 349}.

У практиці європейських археологічних проєктів створення інтегрованих цифрових моделей пам'яток передбачає поєднання даних із різних джерел – від супутникових знімків до мікродеталей польової фотофіксації. Це дозволяє відтворювати архітектурну структуру не лише як візуальний об'єкт, а й як просторову базу даних, придатну для геоінформаційного аналізу. Такі моделі інтегруються у загальноєвропейські

³⁴⁷ Волинець В. Цифрові технології у сфері культури: теоретизація проблеми цифрових даних і культурної спадщини. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2021. Т. 4, № 2. С. 195–205.

³⁴⁸ Pouloupoulos V., Wallace M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. *Big Data and Cognitive Computing*. 2022. Vol. 6, № 3. Article 73. URL: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/3/73> (дата звернення: 21.10.2025).

³⁴⁹ Raco F. From survey to integrated digital documentation of the cultural heritage of museums: A protocol for the anastylosis of archaeological finds. *Journal of Cultural Heritage*. 2023. Vol. 64. P. 176–186.

системи моніторингу культурної спадщини, зокрема у межах програм Horizon Europe, PROTHEGO чи ARIADNE, де поєднуються археологічні, геологічні й екологічні дані³⁵⁰.

Важливим аспектом цифрової фіксації є розробка протоколів документування – від польового збору до архівного зберігання. Вони включають стандарти оцифрування, правила ведення метаданих, формати 3D – моделей, а також процедури перевірки достовірності. Така стандартизація забезпечує сумісність між базами даних різних установ і гарантує, що цифрові ресурси можуть використовуватися повторно без втрати наукової цінності. У межах міжнародних рекомендацій UNESCO та ICCROM цифрова документація розглядається не лише як технічний процес, а як форма наукового моніторингу стану об'єкта, що дозволяє відстежувати зміни у часі та реагувати на потенційні загрози³⁵¹.

Цифрові архіви стали невід'ємним інструментом збереження культурної пам'яті. Національні та локальні фототеки та репозиторії акумулюють візуальні матеріали, описи, 3D – моделі, карти та метадані, які документують стан об'єктів у різні історичні періоди³⁵². Їхня функція виходить за межі простої консервації – вони слугують основою для аналітики, порівняння результатів польових робіт і створення цифрових реконструкцій. Для забезпечення довготривалого зберігання та реплікації даних важливим є використання відкритих форматів і стандартизованих метаданих (Dublin Core, CIDOC CRM), що дозволяють інтегрувати українські архіви у міжнародні цифрові платформи. Це створює можливість не лише зберігати, а й відновлювати втрачені матеріали, що особливо актуально для

³⁵⁰ Khalid M., Abid N. U. S. Exploring the Role of Digital Technologies in Safeguarding Taxila's Archaeological Heritage: A Qualitative Study. *Dialogue Social Science Review (DSSR)*. 2025. Vol. 3, № 3. P. 144–153.

³⁵¹ Raco F. From survey to integrated digital documentation of the cultural heritage of museums: A protocol for the anastylosis of archaeological finds. *Journal of Cultural Heritage*. 2023. Vol. 64. P. 176–186.

³⁵² Логвіненко К. О. Цифрові фотоархіви як чинник збереження культурної спадщини й формування національної ідентичності в Україні. *Культурологічний альманах*. 2025. № 2. С. 426–431.

археологічних пам'яток, які зазнали руйнувань або перебувають у зоні ризику^{353, 354}.

В Україні процес створення цифрових культурних репозиторіїв активно розвивається на базі музеїв, університетів та наукових інститутів. Зокрема, формуються національні бази цифрових артефактів, які поєднують оцифровані музейні колекції, археологічні звіти, топографічні плани та польові матеріали. Паралельно тривають ініціативи щодо цифрового архівування пам'яток, пошкоджених під час війни, що фактично перетворює цифрові ресурси на інструмент збереження історичної пам'яті під час кризових обставин^{355, 356}.

В останнє десятиліття штучний інтелект (AI) став одним із найефективніших інструментів у сфері археологічного збереження. Сучасні алгоритми аналізу даних дозволяють прогнозувати стан археологічних об'єктів, виявляти приховані пошкодження та планувати реставраційні заходи з урахуванням просторових і кліматичних чинників³⁵⁷. Системи машинного навчання, треновані на великих масивах фотограмметричних і геологічних даних, здатні автоматично розпізнавати матеріальні дефекти, ерозійні ділянки чи сліди людського втручання. Такі технології застосовуються для аналізу фресок, мозаїк, архітектурних елементів і навіть для реконструкції втрачених ділянок пам'яток. Наприклад, розроблені у межах європейських програм моделі нейронних мереж дозволяють

³⁵³ Волинець В. Цифрові технології у сфері культури: теоретизація проблеми цифрових даних і культурної спадщини. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2021. Т. 4, № 2. С. 195–205.

³⁵⁴ Rababeh S., Hanaqtah R., Abu-Khafajah S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. *Heritage*. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.

³⁵⁵ Так само. С. 195–205.

³⁵⁶ Логвіненко К. О. Цифрові фотоархіви як чинник збереження культурної спадщини й формування національної ідентичності в Україні. *Культурологічний альманах*. 2025. № 2. С. 426–431.

³⁵⁷ Casillo M., Colace F., Gaeta R., Lorusso A., Pellegrino M. Artificial Intelligence in Archaeological Site Conservation: Trends, Challenges, and Future Directions. *Journal of Computer Applications in Archaeology*. 2025. Vol. 8, № 1. URL: <https://journal.caa-international.org/articles/10.5334/jcaa.207> (дата звернення: 22.10.2025).

створювати «передбачувані реконструкції» на основі неповних даних, зберігаючи автентичність первинної структури³⁵⁸.

Особливу роль відіграють цифрові симуляції, які дають змогу моделювати вплив природних і антропогенних факторів на стан пам'яток. Віртуальні моделі дозволяють не лише оцінювати минулі руйнування, а й прогнозувати майбутні – наприклад, визначати, як зміна вологості, температури або рівня ґрунтових вод може вплинути на археологічний шар³⁵⁹. Інтелектуальні системи також використовуються для оптимізації реставраційних робіт – вони аналізують великі обсяги польових і лабораторних даних, допомагаючи фахівцям обирати найефективніші методи стабілізації конструкцій. Таким чином, штучний інтелект поступово перетворюється на важливий елемент інтегрованої системи моніторингу, що поєднує археологію, інженерію та цифрові технології, створюючи основу для науково обґрунтованої, превентивної консервації.

Одним із найдинамічніших напрямів цифрової гуманітаристики є віртуальна репрезентація культурної спадщини, що об'єднує цифрову візуалізацію, 3D – моделювання, віртуальні тури та платформи доповненої (AR) і віртуальної реальності (VR). Ці технології не лише розширюють способи доступу до культурних об'єктів, а й створюють новий рівень взаємодії між глядачем і спадщиною – інтерактивний, занурювальний, багаторівневий^{360, 361, 362}. Використання AR/VR – платформ дозволяє

³⁵⁸ Raco F. From survey to integrated digital documentation of the cultural heritage of museums: A protocol for the anastylosis of archaeological finds. *Journal of Cultural Heritage*. 2023. Vol. 64. P. 176–186.

³⁵⁹ Khalid M., Abid N. U. S. Exploring the Role of Digital Technologies in Safeguarding Taxila's Archaeological Heritage: A Qualitative Study. *Dialogue Social Science Review (DSSR)*. 2025. Vol. 3, № 3. P. 144–153.

³⁶⁰ Pouloupoulos V., Wallace M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. *Big Data and Cognitive Computing*. 2022. Vol. 6, № 3. Article 73. URL: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/3/73> (дата звернення: 21.10.2025).

³⁶¹ Rababeh S., Hanaqtah R., Abu-Khafajah S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. *Heritage*. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.

³⁶² Liritzis I., Al-Otaibi F. M., Volonakis P. Digital technologies and trends in cultural heritage. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2015. Vol. 15, № 3. P. 313–313.

відтворювати археологічні комплекси у первісному вигляді, демонструючи відвідувачам структуру давніх споруд, матеріали та топографію місцевості. Такі технології вже застосовуються у провідних музеях Європи й Азії – від Британського музею до Центру віртуальної археології в Афінах. Віртуальні тури поєднують наукову достовірність із доступністю, що особливо важливо для пам'яток, до яких обмежено фізичний доступ або які зазнали руйнувань через війни чи природні катастрофи^{363, 364}.

Найновішим етапом цієї еволюції став метавсесвіт культурної спадщини, у межах якого створюються інтерактивні історичні простори, де користувач може не лише спостерігати, а й взаємодіяти з реконструйованими об'єктами, брати участь у «віртуальних розкопках» або освітніх симуляціях³⁶⁵. Це відкриває перспективи для розвитку освітніх і наукових програм, орієнтованих на вивчення минулого через досвід присутності. Однак поширення віртуальної спадщини породжує і нові соціокультурні виклики. Виникає ризик комерціалізації історичних об'єктів, їх перетворення на елементи масової розваги. Крім того, цифрові інтерпретації можуть втрачати історичний контекст, замінюючи автентичну матеріальність і середовище існування артефактів візуальними симуляціями. Тому важливою залишається концепція відповідальної цифрової реконструкції, яка передбачає дотримання принципів достовірності, джерельності та наукової верифікації³⁶⁶.

Розвиток цифрових методів у сфері спадщини актуалізує питання етики, авторських прав і достовірності цифрових даних. Насамперед це

³⁶³ Pouloupoulos V., Wallace M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. *Big Data and Cognitive Computing*. 2022. Vol. 6, № 3. Article 73. URL: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/3/73> (дата звернення: 21.10.2025).

³⁶⁴ Rababeh S., Hanaqtah R., Abu-Khafajah S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. *Heritage*. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.

³⁶⁵ Liritzis I., Al-Otaibi F. M., Volonakis P. Digital technologies and trends in cultural heritage. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2015. Vol. 15, № 3. P. 313–313.

³⁶⁶ Кулиняк М. А. Цифрова культурна спадщина як феномен цифрової культури. *Культурологічний альманах*. 2022. № 3. С. 218–227.

стосується автентичності – наскільки цифрова копія може вважатися «справжнім» відображенням об'єкта, і чи не створює вона нову, змінену версію культурного змісту³⁶⁷. Існує загроза маніпуляцій даними – спотворення історичного вигляду або контексту пам'яток через недостовірні реконструкції чи комерційні інтерпретації. Це вимагає наукової перевірки цифрових моделей і впровадження системи контролю достовірності, зокрема шляхом відкритого публікування протоколів оцифрування й описів джерельної бази.

Другим важливим аспектом є баланс між відкритим доступом і захистом чутливої культурної інформації. Повна публікація цифрових архівів може створювати ризики незаконного копіювання або комерційного використання. Тому міжнародна практика орієнтується на моделі контрольованого доступу, коли певні археологічні дані публікуються частково, а решта зберігаються в закритих базах для дослідників^{368, 369}. У цьому контексті визначальними є стандарти UNESCO, ICOM та ICCROM, які формують глобальні підходи до етичного використання цифрових технологій у сфері спадщини. Ці організації наполягають на тому, що цифрова репрезентація має залишатися інструментом збереження^{370, 371}.

Україна перебуває на етапі активного впровадження цифрових інструментів у сфері культурної спадщини, зокрема археології. Одним із головних напрямів є інтеграція національних археологічних проектів у

³⁶⁷ Волинець В. Цифрові технології у сфері культури: теоретизація проблеми цифрових даних і культурної спадщини. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2021. Т. 4, № 2. С. 195–205.

³⁶⁸ Кулиняк М. А. Цифрова культурна спадщина як феномен цифрової культури. Культурологічний альманах. 2022. № 3. С. 218–227.

³⁶⁹ Логвіненко К. О. Цифрові фотоархіви як чинник збереження культурної спадщини й формування національної ідентичності в Україні. Культурологічний альманах. 2025. № 2. С. 426–431.

³⁷⁰ Pouloupoulos V., Wallace M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. Big Data and Cognitive Computing. 2022. Vol. 6, № 3. Article 73. URL: <https://www.mdpi.com/2504-2289/6/3/73> (дата звернення: 21.10.2025).

³⁷¹ Rababeh S., Hanaqtah R., Abu-Khafajah S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. Heritage. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.

міжнародні цифрові платформи – такі як Europeana, ARIADNE та UNESCO Digital Heritage, що дає змогу підвищити видимість українських пам'яток і включити їх у світову наукову мережу³⁷².

Водночас гостро постає питання розроблення єдиних державних стандартів цифрової документації, які б регламентували процедури фіксації, збереження та передачі цифрових матеріалів у наукові та музейні фонди. Стандартизація необхідна для забезпечення сумісності між установами й міжнародними базами даних³⁷³. Важливу роль у цьому процесі можуть відігравати українські університети, музеї та архіви, які поступово стають центрами цифрової гуманітаристики. Вони поєднують наукові дослідження, освітні програми та цифрову консервацію, формуючи міждисциплінарне середовище для підготовки нової генерації фахівців^{374, 375}.

Отже, цифрові технології стають невід'ємною складовою сучасної стратегії збереження археологічної спадщини, відкриваючи нові можливості для її наукової фіксації, реконструкції та популяризації. Перехід до цифрової парадигми зумовлює трансформацію підходів – від традиційної консервації до інтегрованого управління культурною інформацією, де кожен об'єкт набуває другого, віртуального життя. Фотограмметрія, 3D – сканування, бази даних, штучний інтелект і віртуальні моделі створюють багатовимірне середовище дослідження й захисту спадщини, у якому технічна точність поєднується з гуманітарним змістом. Разом із тим цифровізація вимагає етичної відповідальності, правового регулювання та дотримання принципів

³⁷² Khalid M., Abid N. U. S. Exploring the Role of Digital Technologies in Safeguarding Taxila's Archaeological Heritage: A Qualitative Study. *Dialogue Social Science Review (DSSR)*. 2025. Vol. 3, № 3. P. 144–153.

³⁷³ Raco F. From survey to integrated digital documentation of the cultural heritage of museums: A protocol for the anastylosis of archaeological finds. *Journal of Cultural Heritage*. 2023. Vol. 64. P. 176–186.

³⁷⁴ Логвіненко К. О. Цифрові фотоархіви як чинник збереження культурної спадщини й формування національної ідентичності в Україні. *Культурологічний альманах*. 2025. № 2. С. 426–431.

³⁷⁵ Rababeh S., Hanaqtah R., Abu-Khafajah S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. *Heritage*. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.

автентичності. Для України впровадження цих практик означає не лише модернізацію системи охорони пам'яток, а й інтеграцію у глобальний культурний простір. Цифрова спадщина стає ключовим засобом не просто збереження минулого, а його активного переосмислення й передачі майбутнім поколінням.

4.3. Стратегії адаптації археологічних досліджень до умов змін клімату

Кліматичні зміни перетворюють природне середовище археологічних пам'яток на фактор високої невизначеності та ризику. Підняття рівня моря та штормові нагони пришвидшують прибережну абразію й засолення ґрунтів; річкові паводки спричиняють підтоплення культурних горизонтів і перерозподіл осадів; аридизація та опустелювання ведуть до дефляції й руйнування наземних структур; збільшення амплітуди температур і частоти екстремальних подій (посухи, зливи, пожежі) порушує стабільність археологічних матеріалів і консерваційних покриттів³⁷⁶. У цих умовах археологія стикається з «парадоксом спадщини»: необхідністю одночасно захищати матеріальну автентичність і переосмислювати форми її представлення суспільству в середовищі, що швидко змінюється³⁷⁷. Звідси впливає потреба переходу від реактивних втручань (після руйнувань) до системи адаптивних стратегій: превентивного моніторингу, ризик – менеджменту, планування сценаріїв і пріоритизації ресурсів для пам'яток різного рівня вразливості^{378, 379}.

³⁷⁶ Cassar J. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. *Cultural Heritage from Pollution to Climate Change* / ed. by R. A. Lefèvre, C. Sabbioni. Santo Spirito : Edipuglia, 2016. P. 119–127.

³⁷⁷ Holtorf C. The Climate Heritage Paradox – how rethinking archaeological heritage can address global challenges of climate change. *World Archaeology*. 2023. Vol. 55, № 3. P. 268–281.

³⁷⁸ Wright J. P., Hylton M. Exploring Climate Change Adaptations for Cultural Heritage: The ADAPT Framework. *Advances in Archaeological Practice*. 2024. Vol. 12, № 3. P. 313–321. DOI: 10.1017/aap.2024.18.

Базовою рамкою для вибору дій у відповідь на кліматичні загрози є ADAPT Framework – п'ять стратегій: Acclimate (приспособувати об'єкт і практики догляду до нових умов), Dislocate (контрольовано переносити артефакти чи елементи в безпечніше середовище), Abandon (свідомо відмовлятися від підтримки об'єктів, що не мають шансів на збереження за прийнятною ціною ризику), Protect (здійснювати інженерні та природоорієнтовані заходи захисту), Tell the Story (забезпечувати збереження смислу через документацію, цифрові копії та інтерпретацію)³⁸⁰. Ця схема фіксує ієрархію стратегій: від максимально матеріалізованих («Protect», «Acclimate») до «нематеріальної» консервації через наратив, коли фізичне збереження є технічно або економічно неможливим³⁸¹. Вона веде до міждисциплінарного бачення адаптації як процесу, що поєднує археологію (оцінка цінності та автентичності), кліматологію (сценарії впливів), екологію (сталі природоорієнтовані рішення) та інженерію (проектування бар'єрів, дренажу, стабілізацій) у єдиному циклі планування й прийняття рішень.

Оцінка ризиків починається з картографування вразливості: просторового моделювання зон потенційного затоплення, абразійного відступу, зсувної небезпеки, теплового та вологісного стресу для матеріалів. Для цього залучають геоморфологічні карти, історичні плани, цифрові моделі рельєфу та дані довготривалих спостережень за гідрологічним режимом³⁸²,

³⁷⁹ Neal A. Cultural Heritage Is a Necessary Component of Climate Solutions. Environmental and Energy Study Institute. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/cultural-heritage-is-a-necessary-component-of-climate-solutions> (дата звернення: 22.10.2025)

³⁸⁰ Wright J. P., Hylton M. Exploring Climate Change Adaptations for Cultural Heritage: The ADAPT Framework. *Advances in Archaeological Practice*. 2024. Vol. 12, № 3. P. 313–321. DOI: 10.1017/aap.2024.18.

³⁸¹ Holtorf C. The Climate Heritage Paradox – how rethinking archaeological heritage can address global challenges of climate change. *World Archaeology*. 2023. Vol. 55, № 3. P. 268–281.

³⁸² Cassar J. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. *Cultural Heritage from Pollution to Climate Change* / ed. by R. A. Lefèvre, C. Sabbioni. Santo Spirito : Edipuglia, 2016. P. 119–127.

³⁸³. На рівні інструментів ключову роль відіграють дистанційне зондування (оптичні й радарні супутникові серії), ГІС – аналіз (перетин шарів ризику з локалізацією пам’яток) і моделі підняття рівня моря/повеней із множинними сценаріями часу повернення екстремальних подій³⁸⁴.

Практичну рамку для інституціоналізації цих методів дають програми Cultural Resources Climate Change Strategy (NPS), що впроваджують єдині протоколи збору даних, оцінки вразливості та ранжування пріоритетів охорони на рівні національних парків і пам’яток, а також європейські плани адаптації, де оцінка ризиків інтегрується у регіональні політики планування й менеджменту ландшафтів. Результатом є карти прийняття рішень, які поєднують наукові показники (ймовірність події × величина впливу) з управлінськими параметрами (вартість, соціальна значущість, можливість втручання) і напряду підводять до вибору конкретної стратегії з набору ADAPT для кожної пам’ятки чи кластеру пам’яток³⁸⁵.

Ключовим елементом сучасної адаптаційної парадигми археології є переорієнтація польових практик у бік оперативної фіксації пам’яток, що перебувають під загрозою руйнування. У ситуаціях, коли стабілізація об’єкта є технічно неможливою, основною стратегією стає документування перед руйнуванням – детальна фото – та 3D – фіксація, лазерне сканування, складання ортофотопланів і базових стратиграфічних моделей, які дозволяють зберегти інформацію про пам’ятку у віртуальному форматі³⁸⁶. У міжнародній практиці така діяльність отримала назву «евакуаційного

³⁸³ Cultural Resources Climate Change Strategy. National Park Service. URL: <https://www.nps.gov/subjects/climatechange/culturalresourcesstrategy.htm> (дата звернення: 22.10.2025).

³⁸⁴ Paloma G., Cathy D. Integrating cultural resources and heritage in climate action: A review of nine climate plans. *Environmental Science & Policy*. 2025. Vol. 171. Article 104127.

³⁸⁵ Wright J. P., Hylton M. Exploring Climate Change Adaptations for Cultural Heritage: The ADAPT Framework. *Advances in Archaeological Practice*. 2024. Vol. 12, № 3. P. 313–321. DOI: 10.1017/aap.2024.18.

³⁸⁶ Cassar J. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. *Cultural Heritage from Pollution to Climate Change* / ed. by R. A. Lefèvre, C. Sabbioni. Santo Spirito : Edipuglia, 2016. P. 119–127.

картування» – створення цифрових копій культурних ландшафтів, що опиняються у зонах ризику (затоплення, абразія, зсуви).

Превентивне збереження включає заходи з фізичної стабілізації ділянок: облаштування дренажних каналів, укріплення схилів біоінженерними методами, встановлення буферних зон між береговою лінією й культурним шаром. У багатьох країнах ефективними виявилися природоорієнтовані рішення – використання природних матеріалів, зелених бар'єрів, очеретяних смуг для зменшення гідродинамічного впливу^{387, 388}. При цьому важливо інтегрувати локальні екологічні знання – традиційні техніки захисту берегів, адаптовані до мікрокліматичних умов. Поєднання наукових методів і місцевих практик створює більш стійку модель менеджменту, яка враховує культурну специфіку регіонів і формує відчуття спільної відповідальності громади за збереження спадщини^{389, 390}.

На політичному рівні важливим напрямом є інтеграція культурної спадщини в національні Climate Action Plans. Досвід країн Європейського Союзу, США та Канади показує, що археологічна спадщина дедалі частіше розглядається не лише як об'єкт охорони, а як ресурс для формування сталих екосистем управління територіями. У цьому контексті стратегічну роль відіграє ініціатива Cultural Resources Climate Change Strategy (NPS), яка заклала стандарти для аналізу вразливості культурних об'єктів, планування

³⁸⁷ Cassar J. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. *Cultural Heritage from Pollution to Climate Change* / ed. by R. A. Lefèvre, C. Sabbioni. Santo Spirito : Edipuglia, 2016. P. 119–127.

³⁸⁸ Paloma G., Cathy D. Integrating cultural resources and heritage in climate action: A review of nine climate plans. *Environmental Science & Policy*. 2025. Vol. 171. Article 104127.

³⁸⁹ Holtorf C. The Climate Heritage Paradox – how rethinking archaeological heritage can address global challenges of climate change. *World Archaeology*. 2023. Vol. 55, № 3. P. 268–281.

³⁹⁰ Neal A. Cultural Heritage Is a Necessary Component of Climate Solutions. *Environmental and Energy Study Institute*. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/cultural-heritage-is-a-necessary-component-of-climate-solutions> (дата звернення: 22.10.2025).

заходів адаптації та інтеграції спадщини в кліматичні політики на рівні федеральних і місцевих структур³⁹¹.

Паралельно з цим міжнародні організації – UNESCO, ICOMOS, ICCROM – координують розроблення глобальних рамкових документів, що поєднують археологічні та природоохоронні компоненти. Ці ініціативи базуються на концепції «resilient heritage», яка передбачає не лише фізичне збереження, а й стійкість культурних ландшафтів до кліматичних трансформацій. Важливо, що сучасні документи ЮНЕСКО наголошують на принципі інтеграції охорони спадщини у загальну систему кліматичного управління, зокрема через Національно визначені внески (NDCs) і адаптаційні плани, що мають включати археологічні ризики³⁹².

Питання адаптації археологічної спадщини до кліматичних змін неможливо вирішити без міжсекторальної співпраці. У провідних країнах світу активно розвиваються партнерства між археологічними інституціями, природоохоронними агентствами, урядовими структурами та громадськими організаціями³⁹³. Такі кооперації формують нову модель управління ризиками, де наукові установи забезпечують аналітичну базу, державні органи – нормативну підтримку, а місцеві громади – оперативний моніторинг і реагування.

Окремий напрям становить community – based archaeology – підхід, у якому місцеві спільноти залучаються до планування та реалізації адаптаційних заходів. Це не лише підвищує ефективність реагування на природні загрози, але й сприяє зміцненню соціальної легітимності

³⁹¹ Cultural Resources Climate Change Strategy. National Park Service. URL: <https://www.nps.gov/subjects/climatechange/culturalresourcesstrategy.htm> (дата звернення: 22.10.2025).

³⁹² Paloma G., Cathy D. Integrating cultural resources and heritage in climate action: A review of nine climate plans. Environmental Science & Policy. 2025. Vol. 171. Article 104127.

³⁹³ Strategies for Collaboration in Archaeological Climate Adaptation Planning. Southeast Climate Adaptation Science Center. URL: <https://secasc.ncsu.edu/2022/11/04/strategies-for-collaboration-in-archaeological-climate-adaptation-planning> (дата звернення: 22.10.2025).

археологічних програм³⁹⁴. Важливу роль відіграють міждисциплінарні лабораторії, які поєднують археологів, географів, кліматологів, геофізиків і фахівців з ГІС. Такі платформи створюють цифрові моделі ризиків, прогнозують сценарії змін і пропонують адаптаційні дії з урахуванням конкретних екологічних та культурних контекстів³⁹⁵.

Сучасна адаптація археології до кліматичних викликів базується на розробці кліматичних геоінформаційних систем (ГІС), які інтегрують дані про природні процеси, археологічні об'єкти та прогнозовані ризики³⁹⁶. Такі платформи дають змогу створювати інтерактивні карти вразливості, моделювати сценарії підняття рівня моря чи ерозії та планувати заходи з охорони. Важливим напрямом стає підготовка археологів у сфері адаптивного менеджменту, зокрема аналізу кліматичних сценаріїв, оцінки ризиків і комунікації результатів для місцевих громад і політичних структур³⁹⁷, ³⁹⁸. Поступово формується нова спеціалізація – «Climate – Resilient Archaeology», орієнтована на поєднання археологічної методики, кліматології, екологічної інженерії та цифрових технологій³⁹⁹.

В Україні нагальною є інтеграція археологічної спадщини в Національну стратегію адаптації до зміни клімату, що має передбачати моніторинг та оцінку кліматичних ризиків для пам'яток⁴⁰⁰. Серед

³⁹⁴ Neal A. Cultural Heritage Is a Necessary Component of Climate Solutions. Environmental and Energy Study Institute. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/cultural-heritage-is-a-necessary-component-of-climate-solutions> (дата звернення: 22.10.2025).

³⁹⁵ Wright J. P., Hylton M. Exploring Climate Change Adaptations for Cultural Heritage: The ADAPT Framework. *Advances in Archaeological Practice*. 2024. Vol. 12, № 3. P. 313–321. DOI: 10.1017/aap.2024.18.

³⁹⁶ Paloma G., Cathy D. Integrating cultural resources and heritage in climate action: A review of nine climate plans. *Environmental Science & Policy*. 2025. Vol. 171. Article 104127.

³⁹⁷ Каряка О., Яненко А. Матеріали обстеження державного заповідника «Ольвія» 1938 р.: боротьба за «цінну історичну одиницю». Матеріали та дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2017. Вип. 21. С. 324–346.

³⁹⁸ Буйських С. Б. Невідома праця А. Фогеля про Ольвію. *Археологія*. 1994. № 2. С. 152–154.

³⁹⁹ Strategies for Collaboration in Archaeological Climate Adaptation Planning. Southeast Climate Adaptation Science Center. URL: <https://secasc.ncsu.edu/2022/11/04/strategies-for-collaboration-in-archaeological-climate-adaptation-planning> (дата звернення: 22.10.2025).

⁴⁰⁰ Paloma G., Cathy D. Integrating cultural resources and heritage in climate action: A review of nine climate plans. *Environmental Science & Policy*. 2025. Vol. 171. Article 104127.

найуразливіших регіонів – Північне Причорномор'я, Полісся та Карпати, де поєднуються процеси підтоплення, абразії, ерозії та сейсмічної активності⁴⁰¹,⁴⁰². Водночас українські наукові установи, заповідники й університети мають значний потенціал участі в міжнародних програмах адаптації, що передбачають обмін даними, спільні дослідження та розроблення інноваційних моделей управління археологічними ризиками⁴⁰³.

Отже, стратегія адаптації археологічних досліджень до умов зміни клімату формується як комплексна система дій, що поєднує науковий аналіз, управлінські рішення та міждисциплінарну співпрацю. Сучасні тенденції демонструють перехід від реактивних до превентивно – адаптивних підходів, у центрі яких – оцінка ризиків, цифрова фіксація й гнучке управління археологічними територіями. Концепції на кшталт ADAPT Framework або програм UNESCO й NPS задають міжнародні стандарти, що поєднують моніторинг, захист, цифрову документацію та соціальну залученість. Для України важливим завданням стає інтеграція археологічної спадщини у державну кліматичну політику, зокрема в Національну стратегію адаптації. Це вимагає розвитку спеціалізованих компетенцій – «climate – resilient archaeology» – та створення міждисциплінарних лабораторій, здатних прогнозувати вплив природних процесів і пропонувати стійкі рішення. Таким чином, археологія стає не лише наукою про минуле, а й інструментом захисту культурної пам'яті в умовах глобальних кліматичних викликів.

⁴⁰¹ Cassar J. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. Cultural Heritage from Pollution to Climate Change / ed. by R. A. Lefèvre, C. Sabbioni. Santo Spirito : Edipuglia, 2016. P. 119–127.

⁴⁰² Кривошея І., Якименко Л. Кримські об'єкти культурної спадщини ЮНЕСКО: постанексійний синдром (на матеріалі електронних видань). Київські історичні студії. 2017. № 1. С. 120–128.

⁴⁰³ Neal A. Cultural Heritage Is a Necessary Component of Climate Solutions. Environmental and Energy Study Institute. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/cultural-heritage-is-a-necessary-component-of-climate-solutions> (дата звернення: 22.10.2025).

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дослідження досягнуто поставленої мети – комплексно вивчено природу впливу природних катаклізмів на археологічну спадщину стародавніх цивілізацій, виявлено закономірності їхнього руйнування та визначено сучасні підходи до захисту пам'яток у контексті глобальних природних змін. На основі дослідження зроблені наступні висновки:

- Проаналізовано основні напрями вивчення проблеми у світовій і вітчизняній археологічній, геоархеологічній та природничій літературі. Встановлено, що сучасна наука розглядає природні катастрофи не лише як руйнівний фактор, а й як складову процесу формування археологічного ландшафту. Простежується перехід від описових археологічних спостережень до міждисциплінарних досліджень, у яких поєднуються методи геології, кліматології, екології та цифрової гуманітаристики. Визначено, що найактуальнішими є дослідження впливу змін клімату, абразійних і тектонічних процесів на збереженість археологічних комплексів.

- Здійснено класифікацію джерел за трьома основними групами: археологічні матеріали, природничо – наукові дані та цифрові ресурси моніторингу. Систематизація дозволила простежити просторово – часові закономірності втрат і консервації археологічних пам'яток під впливом стихійних лих. Особливу цінність становлять геоархеологічні дослідження, що поєднують стратиграфічні, палеоекологічні та геофізичні дані. На цій основі сформовано уявлення про структуру ризиків і ступінь вразливості археологічних об'єктів до природних процесів.

- Обґрунтовано комплексний методологічний підхід, який базується на поєднанні археологічних, геоморфологічних, кліматичних та цифрових методів. Визначено, що адекватне вивчення впливу природних чинників можливе лише за умови інтеграції польових, лабораторних і дистанційних

досліджень. Запропоновано використовувати геоінформаційні системи для аналізу просторових ризиків, а також палеоекологічні індикатори для реконструкції умов формування культурних шарів.

- На прикладі Помпеїв, долини Інду, Херсонесу, Ольвії та Березані простежено різні типи природних катастроф – вулканічні, кліматичні, геодинамічні та абразійні. Встановлено, що вулканічне поховання Помпеїв створило унікальні умови консервації, тоді як кліматична аридизація призвела до зникнення Індської цивілізації. Геодинамічні процеси узбережжя Криму та Нижнього Побужжя демонструють довготривалі наслідки абразії, зсувів і підтоплення. Кожен приклад виявив характерну модель взаємодії природного середовища та культурного ландшафту, що формує нові підходи до археологічної інтерпретації.

- Досліджено практики UNESCO, ICCROM, ICOMOS та національних програм (PROTHEGO, NPS Climate Strategy), які реалізують концепцію інтегрованого управління ризиками. Визначено ключові принципи: раннє виявлення загроз, пріоритизація об'єктів за ступенем уразливості, превентивна стабілізація та залучення локальних громад. Підтверджено ефективність міждисциплінарного підходу, де поєднуються геологічні, інженерні та соціокультурні методи.

- Встановлено, що цифровізація є стратегічним напрямом у сфері охорони археологічної спадщини. Використання 3D – сканування, фотограмметрії, лазерного (LiDAR) моделювання, ГІС – аналізу та алгоритмів штучного інтелекту забезпечує точну фіксацію стану пам'яток і прогнозування ризиків. Цифрові архіви, бази даних і віртуальні репрезентації перетворюють археологічну спадщину на відкритий науково – культурний ресурс, що гарантує її збереження навіть у випадку фізичного знищення.

Таким чином, проведене дослідження доводить, що природні катаклізми є не лише руйнівним, а й пізнавальним фактором у вивченні цивілізацій минулого. Збереження археологічної спадщини в умовах зростання природних ризиків потребує інтеграції природничих і

гуманітарних підходів, впровадження інноваційних технологій, розвитку систем моніторингу та адаптації археологічної науки до кліматичних викликів XXI століття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

Монографії та інші опубліковані джерела (книги, збірки)

1. Adams, R. McC. Heartland of Cities: Surveys of Ancient Settlement and Land Use on the Central Floodplain of the Euphrates. Chicago: University of Chicago Press, 1981. 363 p.
2. Археология Украинской ССР. Том 2. Скифо-сарматская и античная археология. Киев: Наукова думка, 1986. 589 с.
3. Beard, M. Pompei. Milano: Edizioni Mondadori, 2017. 418 p.
4. Bosneagu, R. The Black Sea from Paleogeography to Modern Navigation: Applied Maritime Geography and Oceanography. Cham: Springer Nature, 2022. 502 p.
5. Butzer, K. W. Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach. New York: Cambridge University Press, 1982. 495 p.
6. Cantarella, E., Jacobelli, L. Pompei è viva. Milano: Feltrinelli Editore, 2013. 218 p.
7. De Carolis, E., Patricelli, G. Vesuvius A.D. 79: The Destruction of Pompeii and Herculaneum. Los Angeles: J. Paul Getty Museum, 2003. 129 p.
8. De Carolis, E., Patricelli, G. Vesuvio 79 d. C.: la distruzione di Pompei ed Ercolano. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2003. 129 p.
9. Diamond, J. Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed. New York: Viking, 2005. 592 p.
10. Driessen, J., Macdonald, C. Akrotiri (Santorini): Hydraulic Systems of the Minoan Civilization. Liège: Université de Liège, 1997. 112 p. (Aegaeum 17).
11. Greco, G., Osanna, M., Picone, R. Pompei: insula occidentalis: conoscenza, scavo, restauro e valorizzazione = Pompeii: insula occidentalis: knowledge,

- excavation, conservation and enhancement. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2020. 711 p.
12. Ковальчук, І. П., Іванов, Є. А. (Ред.) Геоекологічне моделювання стану пам'яток природи та історії. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 250 с.
 13. Kötke, W. H. The Final Empire: The Collapse of Civilization and the Seed of the Future. Bloomington: AuthorHouse, 2007. 652 p.
 14. Kozlovskaya, V. The Northern Black Sea in Antiquity. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. 366 p.
 15. McIntosh, J. R. The Ancient Indus Valley: New Perspectives. Santa Barbara: Bloomsbury Publishing USA, 2007. 441 p.
 16. Ольвія П. Археологічні пам'ятки УРСР. Т. 7. Київ: Видавництво Академії наук Української РСР, 1958. 161 с.
 17. Підводна археологія північного Причорномор'я. Стан та перспективи розвитку: монографія / М. М. Ієвлев, О. В. Чубенко, В. С. Блінцов, А. В. Надточий. Миколаїв: НУК, 2019. 336 с.
 18. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. New York: UN, 2015. 41 p. URL: <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030> (дата звернення: 19.10.2025).
 19. Wilkinson, P. Pompeii: An Archaeological Guide. London: I.B. Tauris, 2017. 256 p.

Наукові статті та матеріали конференцій (збірки статей, періодичні видання)

20. Abate, D., Faka, M., Kelesis, Ch. Aerial Image. Based Documentation and Monitoring of Illegal Archaeological Excavations. *Remote Sensing*. 2023. Vol. 15, № 11. Art. 2806. DOI: 10.3390/rs15112806.
21. Abate, N., Roubis, D., Aggeli, A., Sileo, M., Minervino Amodio, A., Vitale, V., Frisetti, A., Danese, M., Arzu, P., Sogliani, F., Lasaponara, R., Masini, N. An Open-Source Machine Learning–Based Methodological Approach for Processing High-Resolution UAS LiDAR Data in Archaeological Contexts: A Case Study from Epirus, Greece. 2025. Vol. 32, № 38.
22. Alapont, L., Gallelo, G., Martínón-Torres, M., Osanna, M., Amoretti, V., Chenery, S., Pastor, A. The casts of Pompeii: Post-depositional methodological insights. *Plos One*. 2023. Vol. 18, № 8. Art. e0289378.
23. Allison, P. M. House Contents in Pompeii: data collection and interpretative procedures for a reappraisal of Roman domestic life and site formation processes. *Journal of European Archaeology*. 1995. Vol. 3, № 1. P. 145–176.
24. Baralis, A., Bivolaru, A., Marriner, N., Morhange, C., Porotov, A. V., Zin'ko, V. N. Geomorphology and geoarchaeology of Black Sea coasts. The results of ANR, IUF, Labex OT-Med and A* MIDEX research projects. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography*. 2016. № 126. P. 11–14.
25. Barbaro, C. C., Fiorucci, M., Grechi, G., Forti, L., Marmoni, G. M., Martino, S. Safeguarding archaeological excavations and preserving cultural heritage in cave environments through engineering geological and geophysical approaches. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2024. Vol. 60. Art. 104868. DOI: 10.1016/j.jasrep.2024.104868.
26. Binford, L. R. Behavioral archaeology and the "Pompeii premise". *Journal of Anthropological Research*. 1981. Vol. 37, № 3. P. 195–208.

- 27.Bitelli, G., Girelli, V. A., Remondino, F., Vittuari, L. The potential of 3D techniques for cultural heritage object documentation. *Proceedings of SPIE*. 2007. Art. 64910S.
- 28.Бойко, К. Є. Геологічні умови формування сучасних зсувів південного берега Криму. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія*. 2015. № 43. С. 33–38.
- 29.Braund, D. Greater Olbia: Ethnic, religious, economic and political interactions in the region of Olbia c. 600–100 BC. *Classical Olbia*. 2007. P. 33–77.
- 30.Буйських, А. В., Біляєв, О. С., Крутілов, В. В. З досвіду консерваційно-реставраційних робіт у Національному історико-археологічному заповіднику Ольвія НАН України. *Археологія*. 2016. № 1. С. 118–125.
- 31.Буйських, С. Б. Невідома праця А. Фогеля про Ольвію. *Археологія*. 1994. № 2. С. 152–154.
- 32.Буйських, С. Б. Ольвія та Березань в контексті заснування іонійського колоніального поліса в Нижньому Побужжі. *Музейний вісник: науково-теоретичний щорічник*. 2012. № 12. С. 53–63.
- 33.Carter, J. C., Crawford, M., Lehman, P., Nikolaenko, G., Trelogan, J. The Chora of Chersonesos in Crimea, Ukraine. *American Journal of Archaeology*. 2000. Vol. 104, № 4. P. 707–741.
- 34.Cassar, J. Climate change and archaeological sites: adaptation strategies. *У: Cultural Heritage from Pollution to Climate Change / ed. R. A. Lefèvre, C. Sabbioni*. Santo Spirito: Edipuglia, 2016. P. 119–127.
- 35.Casillo, M., Colace, F., Gaeta, R., Lorusso, A., Pellegrino, M. Artificial Intelligence in Archaeological Site Conservation: Trends, Challenges, and

- Future Directions. *Journal of Computer Applications in Archaeology*. 2025. Vol. 8, № 1.
36. Чистов, Д. Вулиці архаїчного Борисфена. *Eminak: Scientific Quarterly Journal*. 2021. № 1(33). С. 93–109.
37. Cohen, S. Studying Disaster in Late Antiquity. *Late Antique Archaeology*. 2024. Vol. 18. P. 1–28. DOI: 10.1525/sla.2024.8.1.1.
38. Constantinescu, Ș. Salt in the map: Cartography of the forgotten lakes of the Black Sea. *GeoJournal*. 2025. Vol. 90, № 5. Art. 246. DOI: 10.1007/s10708-025-11496-1.
39. Cordova, C. E. The Mediterraneanization of Crimea. Physical and cultural processes in landscape transformation. *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography*. 2016. № 126. P. 25–36.
40. Demarée, G. R., Ogilvie, A. E. J. Bons Baisers d'Islande: Climatic, Environmental, and Human Dimensions Impacts of the Lakagígar Eruption (1783–1784) in Iceland. 2001. P. 219–246. DOI: 10.1007/978-1-4757-3365-5_11.
41. Dong, G., Liu, F., Chen, F. Environmental and technological effects on ancient social evolution at different spatial scales. *Science China Earth Sciences*. 2017. Vol. 60, № 12. P. 2067–2077. DOI: 10.1007/s11430-017-9118-3.
42. Дудченко Д. Я. Про давнє місто Тавриди – Херсонес. *Історичні регіони України: минуле та сучасність: Всеукр. наук. конф.* 2013. С. 55–57.
43. Dutt, S., Gupta, A. K., Singh, M., Jaglan, S., Saravanan, P., Balachandiran, P., Singh, A. Climate variability and evolution of the Indus civilization. *Quaternary International*. 2019. Vol. 507. P. 15–23.

- 44.ElFadaly, A., Abutaleb, K., Naguib, D. Tracking the Effects of the Long-Term Changes on the Coastal Archaeological Sites of the Mediterranean Using Remote Sensing Data. *Archaeological Prospection*. 2023. P. 1–22. DOI: 10.1002/arp.1898.
- 45.Etxebarria, I., Veneranda, M., Costantini, I., Prieto-Taboada, N., Larranaga, A., Marieta, C., Castro, K. Testing the volcanic material burying Pompeii as pozzolanic component for compatible conservation mortars. *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 18. Art. e02194.
- 46.Fitzsimons, M. A. The Indus Valley Civilization. *History Teacher*. 1970. P. 9–22.
- 47.Gaggioli, A. M. A Re-Examination of Earthquakes in Mediterranean Archaeology in Light of Historical Sources: The Case of Graeco-Roman Helike. *Journal of Mediterranean Archaeology*. 2024. Vol. 36, № 2. P. 151–181.
- 48.Giesche, A., Hodell, D. A., Petrie, C. A., Haug, G. H., Adkins, J. F., Plessen, B., Breitenbach, S. F. Recurring summer and winter droughts from 4.2–3.97 thousand years ago in north India. *Communications Earth & Environment*. 2023. Vol. 4, № 1. Art. 103.
- 49.Grifa, C., Germinario, C., Pagano, S., Lepore, A., De Bonis, A., Mercurio, M., Amoretti, V. Pompeian pigments. A glimpse into ancient Roman colouring materials. *Journal of Archaeological Science*. 2025. Vol. 177. Art. 106201. DOI: 10.1016/j.jas.2025.106201.
- 50.Hassan, F. A. The Dynamics of a Riverine Civilization: A Geoarchaeological Perspective on the Nile Valley, Egypt. *World Archaeology*. 1997. Vol. 29, № 1. P. 51–74.

51. Hecht, S. B., Redman, C. L. Human Impact on Ancient Environments. *Annual Review of Anthropology*. 1999. Vol. 28. P. 217–242. DOI: 10.1146/annurev.anthro.28.1.217.
52. Heydarian, M., Sarikhani, M., Sardari Zarchi, A. Human Settlements and the Role of Natural Disasters: A Case Study of Landslide at Tepe Mehr Ali. *Historical Enquiries: A Quarterly Research Journal*. 2017. Vol. 9, № 3. P. 14–29.
53. Holtorf, C. The Climate Heritage Paradox – how rethinking archaeological heritage can address global challenges of climate change. *World Archaeology*. 2023. Vol. 55, № 3. P. 268–281.
54. Huidobro, J., Veneranda, M., Costantini, I., Etxebarria, I., de la Fuente, I. V., Puente-Muñoz, S., Madariaga, J. M. New excavations at Pompeii: Analyzing the alteration risks of mural paintings recently retrieved from burial. *Journal of Cultural Heritage*. 2025. Vol. 76. P. 1–10.
55. Hutchings, R., La Salle, M. Archaeology as Disaster Capitalism. *International Journal of Historical Archaeology*. 2015. Vol. 19, № 4. P. 699–720. DOI: 10.1007/s10761-015-0308-3.
56. Jahan, T., Quamar, M. F. The ‘4.2 ka drought event’ and the fall of the Harappan Civilization: A critical review. *Review of Palaeobotany and Palynology*. 2024. Vol. 331. Art. 105187.
57. Jennings, J. Catastrophe, Revitalization and Religious Change on the Prehispanic North Coast of Peru. *Cambridge Archaeological Journal*. 2008. Vol. 18, № 2. P. 177–194. DOI: 10.1017/S0959774308000243.
58. Jones, R. E., Stiros, S. The advent of archaeoseismology in the Mediterranean. *Geological Society London Special Publications*. 2000. Vol. 171, № 1. P. 25–32. DOI: 10.1144/GSL.SP.2000.171.01.04.

- 59.Карпович, Р. Г. Античні міста-держави Північного Причорномор'я в доісторичній добі України. 2013.
- 60.Karasiewicz-Szczypiorski, R., Zawadzka-Pawlewska, U. Defensive walls of Chersonesos Taurica. An analysis of destruction and reconstruction traces. *Światowit*. 2014. Vol. XI (LII)/A. P. 113–131.
- 61.Каряка, О., Яненко, А. Матеріали обстеження державного заповідника «Ольвія» 1938 р.: боротьба за «цінну історичну одиницю». Матеріали та дослідження з археології Прикарпаття і Волині. 2017. Вип. 21. С. 324–346.
- 62.Каряка, О. В. Визначення Ольвії Понтійської як давньогрецького міста: нарис історії археологічних досліджень. *Український історичний збірник*. 2011. № 14. С. 303–313.
- 63.Khan, U., Janjuhah, H. T., Kontakiotis, G., Rehman, A., Zarkogiannis, S. D. Natural processes and anthropogenic activity in the Indus River sedimentary environment in Pakistan: A critical review. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2021. Vol. 9, № 10. Art. 1109. DOI: 10.3390/jmse9101109.
- 64.Khalid, M., Abid, N. U. S. Exploring the Role of Digital Technologies in Safeguarding Taxila's Archaeological Heritage: A Qualitative Study. *Dialogue Social Science Review (DSSR)*. 2025. Vol. 3, № 3. P. 144–153.
- 65.Клюба, Х. М. Херсонес Таврійський. Новий здобуток українсько-американської співпраці. *Археологія*. 2006. № 4. С. 112–114.
- 66.Kozlenko, M., Kozlenko, Y. Locating the southern boundary of the East European Platform within the north-western Black Sea shelf according to gravimetric data. *Geofizicheskiy Zhurnal*. 2022. Vol. 44, № 4. P. 51–73. DOI: 10.24028/gj.v44i4.264841.

67. Kozlovskaya, V. *Ancient Harbors of the Northwestern Black Sea Coast*. У: *The Northern Black Sea in Antiquity: Networks, Connectivity, and Cultural Interactions* / ed. by V. Kozlovskaya. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. P. 29–49.
68. Кривошея, І., Якименко, Л. Кримські об'єкти культурної спадщини ЮНЕСКО: постанексійний синдром (на матеріалі електронних видань). *Київські історичні студії*. 2017. № 1. С. 120–128.
69. Кулиняк, М. А. Цифрова культурна спадщина як феномен цифрової культури. *Культурологічний альманах*. 2022. № 3. С. 218–227.
70. Kumar, R. Unveiling the environmental catalysts: Unraveling the decline of the Indus Valley Civilization. *Current Research Journal of History*. 2023. Vol. 4, № 9. P. 01–04.
71. Kumar, S. Environmental factors contribute to the decline of Indus Valley Civilization. *International Journal of History*. 2019. Vol. 1, № 1. P. 48–55.
72. Кушнір, А., Котенко, В. Палеогеографічні та історичні аспекти функціонування античного полісу на прикладі дослідження ділянки «Орієнт» некрополю Ольвії. *Науковий вісник Чернівецького університету: Географія*. 2022. № 838. С. 37–46.
73. Kutaisov, V. A., Smekalova, T. J. N. Coastal geoarchaeology of Kerkinitis (northwestern Crimea). *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens / Journal of Mediterranean Geography*. 2016. № 126. P. 79–89.
74. Lafrenz Samuels, K., Platts, E. J. Global Climate Change and UNESCO World Heritage. *International Journal of Cultural Property*. 2022. Vol. 29, № 4. P. 409–432. DOI: 10.1017/S0940739122000261.

- 75.Liritzis, I., Al-Otaibi, F. M., Volonakis, P. Digital technologies and trends in cultural heritage. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*. 2015. Vol. 15, № 3. P. 313.
- 76.Liritzis, I., Westra, A. Disaster GeoArchaeology and Natural Cataclysms in World Cultural Evolution: An Overview. *Journal of Coastal Research*. 2019. Vol. 35, № 6. P. 1307–1330. DOI: 10.2112/JCOASTRES-D-19-00035.1.
- 77.Логвіненко, К. О. Цифрові фотоархіви як чинник збереження культурної спадщини й формування національної ідентичності в Україні. *Культурологічний альманах*. 2025. № 2. С. 426–431.
- 78.Marinatos, S. The Volcanic Destruction of Minoan Crete. *Antiquity*. 1939. Vol. 13, № 52. P. 425–439. DOI: 10.1017/S0003598X00028088.
- 79.Mastrolorenzo, G. L'eruzione pliniana del Vesuvio del 79 dC: un'ipotesi interpretativa in merito alla morte dei pompeiani. *Studi e ricerche del Parco archeologico di Pompei*. 2021. Vol. 46. P. 3–18.
- 80.Mjema, E. Catastrophes and Deaths along Tanzania's Western Indian Ocean Coast during the Early Swahili Period, AD 900–1100. *Azania: Archaeological Research in Africa*. 2018. Vol. 53, № 2. P. 135–155. DOI: 10.1080/0067270X.2018.1473208.
- 81.Nguyen, K. N., Baker, S. Climate change and UNESCO world heritage-listed cultural properties: a systematic review, 2008–2021. *Heritage*. 2023. Vol. 6, № 3. P. 2394–2420.
- 82.Новородовська, Н., Молоткіна, В., Хмельницька, Л. Археологічні пам'ятки як основа збереження історичної пам'яті. *Український літопис*. 2024. № 3. С. 83–93.

83. Ntasi, G., Palomo, I. R., Marino, G., Piaz, F. D., Cappellini, E., Birolo, L., Petrone, P. Molecular signatures written in bone proteins of 79 AD victims from Herculaneum and Pompeii. *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12, № 1. Art. 8401. DOI: 10.1038/s41598-022-12042-6.
84. Ogilvie, A. E. J., Jónsson, T. "Little Ice Age" Research: A Perspective from Iceland. *Climatic Change*. 2001. Vol. 48, № 1. P. 9–52. DOI: 10.1023/A:1005625729889.
85. Osanna, M., Fabbri, M. Le nuove indagini stratigrafiche nella Regio V di Pompei. *Rivista Di Studi Pompeiani*. 2019. Vol. 30. P. 187–194.
86. Paloma, G., Cathy, D. Integrating cultural resources and heritage in climate action: A review of nine climate plans. *Environmental Science & Policy*. 2025. Vol. 171. Art. 104127.
87. Petrova, Y. A., Shevkun, Y. S. The Historical Aspects of the Development of the Black Sea Region. *Science almanac of Black sea region countries*. 2018. Vol. 16, № 4. P. 52–55. DOI: 10.23947/2414-1143-2018-16-4-52-55.
88. Pouloupoulos, V., Wallace, M. Digital technologies and the role of data in cultural heritage: The past, the present, and the future. *Big Data and Cognitive Computing*. 2022. Vol. 6, № 3. Art. 73.
89. Rababeh, S., Hanaqtah, R., Abu-Khafajah, S. Leveraging Digitized Heritage Technologies for Smart Fruition: Heritage Understanding and Enhancement Framework. *Heritage*. 2024. Vol. 7, № 12. P. 6891–6915.
90. Raco, F. From survey to integrated digital documentation of the cultural heritage of museums: A protocol for the anastylosis of archaeological finds. *Journal of Cultural Heritage*. 2023. Vol. 64. P. 176–186.

91. Robbins Schug, G., Blevins, K. E., Cox, B., Gray, K., Mushrif-Tripathy, V. Infection, disease, and biosocial processes at the end of the Indus Civilization. *PLoS One*. 2013. Vol. 8, № 12. Art. e0084814.
92. Robinson, M. La stratigrafia nello studio dell'archeologia preistorica e protostorica a Pompei. *Studi della Soprintendenza archeologica di Pompei*. 2008. Vol. 25. P. 125–138.
93. Sahni, M. R. Bio-Geological evidence bearing on the decline of the Indus Valley Civilisation. *Journal of the Palaeontological Society of India*. 1956. Vol. 1, № 1. P. 101–107.
94. Scarpati, C., Perrotta, A., Martellone, A., Osanna, M. Pompeian hiatuses: new stratigraphic data highlight pauses in the course of the AD 79 eruption at Pompeii. *Geological Magazine*. 2020. Vol. 157, № 4. P. 695–700.
95. Снитко, І. О., Гребенников, В. Б. До історії дослідження некрополів хори Ольвії VI — III ст. до н. е. *Археологія і давня історія України: зб. наук. пр.* Київ: Ін-т археології НАН України, 2015. Вип. 1(14). С. 179–189.
96. Sparice, D., Amoretti, V., Galadini, F., Di Vito, M. A., Terracciano, A., Scarpati, G., Zuchtriegel, G. A novel view of the destruction of Pompeii during the 79 CE eruption of Vesuvius (Italy): syn-eruptive earthquakes as an additional cause of building collapse and deaths. *Frontiers in Earth Science*. 2024. Vol. 12. Art. 1386960.
97. Sparice, D., Di Vito, M. A., Amato, V., Amoretti, V., Russo, A., Talamo, P., Zuchtriegel, G. Unveiling the Volcanic History of Ancient Pompeii (Italy): New Insights from the Late Pleistocene to Holocene (Pre-79 CE) Stratigraphy. *Quaternary*. 2025. Vol. 8, № 1. Art. 4.
98. Themistocleous, K., Danezis, C., Frattini, P., Crosta, G., Valagussa, A. Best practices for monitoring, mitigation, and preservation of cultural heritage

- sites affected by geo-hazards: the results of the PROTHEGO project. Sixth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2018). SPIE, 2018. Vol. 10773. P. 325–335.
99. Титова, О. М. Культурна спадщина Криму та Донбасу: сучасний стан, можливості збереження. Праці Центру пам'яткознавства. 2016. № 30. С. 5–24.
 100. Torrence, R., Grattan, J. The Archaeology of Disasters: Past and Future Trends. *Journal of Archaeological Research*. 2010. Vol. 18, № 3. P. 191–231. DOI: 10.1007/s10814-010-9039-4.
 101. Van Buren, M. The Archaeology of El Niño Events and Other “Natural” Disasters. *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2001. Vol. 8, № 2. P. 129–149. DOI: 10.1023/A:1011397001694.
 102. Волинець, В. Цифрові технології у сфері культури: теоретизація проблеми цифрових даних і культурної спадщини. Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері. 2021. Т. 4, № 2. С. 195–205.
 103. Weber, M., Ulrich, S., Ciarallo, A., Henneberg, M., Henneberg, R. J. Pollen analysis of volcanic ash in Pompeian human skeletal remains. *Grana*. 2020. Vol. 59, № 1. P. 107–113.
 104. Weiss, H., Bradley, R. S. What drives societal collapse? *Science*. 2001. Vol. 291, № 5504. P. 609–610. DOI: 10.1126/science.1058775.
 105. Wen, X., Bai, S., Zeng, N. Interruptions of the Ancient Shu Civilization: Triggered by Climate Change or Natural Disaster? *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*. 2013. Vol. 102, № 3. P. 933–947. DOI: 10.1007/s00531-012-0825-9.

106. Westra, A. J. D., Liritzis, I., Miao, C. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Art. 33. DOI: 10.3390/quaternary5030033.
107. Westra, A. J. D., Miao, C., Liritzis, I. Disasters and Society: Comparing the Shang and Mycenaean Response to Natural Phenomena through Text and Archaeology. *Quaternary*. 2022. Vol. 5, № 3. Art. 33.
108. Wright, J. P., Hylton, M. Exploring Climate Change Adaptations for Cultural Heritage: The ADAPT Framework. *Advances in Archaeological Practice*. 2024. Vol. 12, № 3. P. 313–321. DOI: 10.1017/aap.2024.18.
109. Чаговець, О. В. Еволюція принципів збереження архітектурної спадщини на основі міжнародних доктринальних документів. *Науковий вісник будівництва*. 2024. № 111. С. 45–54.
110. Чеканов, В. Ю. Цивілізаційний код Криму: давньогрецька колонізація. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Історичні науки*. 2018. Т. 29(68), № 3. С. 57–61.

Електронні ресурси (сайти, електронні статті з url)

111. A minute-by-minute account of the Pompeii eruption, revealed in agonizing detail. American Association for the Advancement of Science. URL: <https://www.science.org/content/article/minute-minute-account-pompeii-eruption-revealed-agonizing-detail> (дата звернення: 19.10.2025).
112. A Guide to Risk Management of Cultural Heritage. ICCROM. URL: https://www.iccrom.org/sites/default/files/Guide-to-Risk-Managment_English.pdf (дата звернення: 21.10.2025).

113. Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/1411> (дата звернення: 21.10.2025).
114. Archaeological Areas of Pompei, Herculaneum and Torre Annunziata. UNESCO. Culture. World Heritage Centre. URL: <https://whc.unesco.org/en/list/829> (дата звернення: 19.10.2025).
115. Climate Change and World Heritage. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/climatechange> (дата звернення: 21.10.2025).
116. Climate Change Likely Caused Migration, Demise of Ancient Indus Valley Civilization. Woods Hole Oceanographic Institution. URL: <https://www.whoi.edu/press-room/news-release/climate-change-likely-caused-migration-demise-of-ancient-indus-valley-civilization> (дата звернення: 20.10.2025).
117. Climate change pushed Indus Valley migrants west to east: Study. Down To Earth. URL: <https://www.downtoearth.org.in/climate-change/climate-change-pushed-indus-valley-migrants-west-to-east-study-67862> (дата звернення: 20.10.2025).
118. Cultural Resources Climate Change Strategy. National Park Service. URL: <https://www.nps.gov/subjects/climatechange/culturalresourcesstrategy.htm> (дата звернення: 22.10.2025).
119. Гамалія К. М. Загибель давніх цивілізацій: ретроспективний аналіз. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/812d7387-728e-448f-b03f-2e8fbf2b3825/content?trackerId=f576cc0dc5bbe0b6> (дата звернення: 20.10.2025).

120. Indus civilisation decline: Core evidence for Late Holocene climate change. Research Outreach. URL: <https://researchoutreach.org/articles/indus-civilisation-decline-core-evidence-late-holocene-climate-change> (дата звернення: 20.10.2025).
121. Карпович Р. Г. Античні міста-держави Північного Причорномор'я в доісторичній добі України. URL: <https://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/886/382.pdf?sequence=1> (дата звернення: 21.10.2025).
122. Lakshmi Supriya. Volcanic Ash Threatens Pompeii's Buried Murals. Scientific American. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/volcanic-ash-threatens-pompeii-buried-murals> (дата звернення: 19.10.2025).
123. Lawler, A. Indus collapse: The end or the beginning of an Asian culture? Science. 2008. URL: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.320.5881.1281> (дата звернення: 20.10.2025).
124. Methods for Monitoring Heritage at Risk Sites in a Rapidly Changing Environment. Society for Historical Archaeology. 2023. URL: <https://core.tdar.org/collection/71507/methods-for-monitoring-heritage-at-risk-sites-in-a-rapidly-changing-environment> (дата звернення: 21.10.2025).
125. Multifaceted approaches to protecting Tangible Cultural Heritage. The European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT. URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/multifaceted-approaches-to-protecting-tangible-cultural-heritage> (дата звернення: 21.10.2025).

126. Neal, A. Cultural Heritage Is a Necessary Component of Climate Solutions. Environmental and Energy Study Institute. URL: <https://www.eesi.org/articles/view/cultural-heritage-is-a-necessary-component-of-climate-solutions> (дата звернення: 22.10.2025).
127. Owens, J. Pompeii. National Geographic. URL: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/pompeii> (дата звернення: 19.10.2025).
128. PAGES 2k Network. Past Global Changes (PAGES). URL: <https://pastglobalchanges.org/science/wg/2k-network/intro> (дата звернення: 19.10.2025).
129. Policy Document on Climate Action for World Heritage. UNESCO. 2023. URL: <https://whc.unesco.org/en/documents/204421> (дата звернення: 21.10.2025).
130. Prolonged droughts likely spelled the end for Indus megacities. University of Cambridge. URL: <https://www.cam.ac.uk/research/news/prolonged-droughts-likely-spelled-the-end-for-indus-megacities> (дата звернення: 20.10.2025).
131. PROTHEGO. Heritage Research Hub. URL: <https://www.heritageresearch-hub.eu/project/prothego> (дата звернення: 21.10.2025).
132. Strategies for Collaboration in Archaeological Climate Adaptation Planning. Southeast Climate Adaptation Science Center. 2022. URL: <https://secasc.ncsu.edu/2022/11/04/strategies-for-collaboration-in-archaeological-climate-adaptation-planning> (дата звернення: 22.10.2025).
133. The Ancient City of Tauric Chersonese and its Chora (5th century BC – 14th century AD). Ministry of Culture of Ukraine. National Commission of Ukraine for UNESCO. Tauric Chersonese National Preserve. Institute of

Monument Protection Research. 2012. URL:
<https://whc.unesco.org/uploads/nominations/1411.pdf> (дата звернення:
21.10.2025).

134. The Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. UNESCO. URL: <https://whc.unesco.org/en/guidelines> (дата звернення: 21.10.2025).

ДОДАТОК А

Фотоілюстрації археологічних комплексів



Рис. А.1. Помпеї (Італія).

Джерело:

URL: <https://pompeiiickets.tours/uk/%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F-%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D0%B9/>

(дата звернення: 21.11.2025).



Рис. А.2. Ольвія Понтійська (Миколаївська обл.).

Джерело:

URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%BA%D1%96%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D1%96%D1%8F:%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%94%D0%BA%D1%82:%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B8%D0%B6%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C (дата звернення: 21.11.2025).



Рис. А.3. Херсонес Таврійський (Севастополь).

Джерело:

URL: <https://ua.krymr.com/a/photo – starodavnii – sebastopol – ruiny – i – rekonstruktory/30870663.html>

(дата звернення: 21.11.2025).



Рис. А.4. Острів Березань.

Джерело:

URL: [https://travel.tochka.net/ua/13488 – legendarnyy – ostrov – berezan – top – 10 – interesnykh – faktov – o – prirodnoy – dostoprimechatelnosti/](https://travel.tochka.net/ua/13488-legendarnyy-ostrov-berezan-top-10-interesnykh-faktov-o-prirodnoy-dostoprimechatelnosti/)

(дата звернення: 21.11.2025).