

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

РОЖКО Василь Михайлович



УДК 7.021.23:72 (477.8) “8/13”

**МЕТОДИКА ГРАФІЧНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ
ДЕРЕВ'ЯНОЇ НАСКЕЛЬНОЇ АРХІТЕКТУРИ
(НА ПРИКЛАДІ ПАМ'ЯТОК ІХ–ХVІ СТОЛІТЬ
ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ)**

18.00.01 — теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата архітектури

Львів–2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі реставрації та реконструкції архітектурних комплексів Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор архітектури, професор
Бевз Микола Валентинович,
завідувач кафедри реставрації та реконструкції архітектурних комплексів Національного університету «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України

Офіційні опоненти: доктор архітектури, професор
Ричков Петро Анатолійович,
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, завідувач кафедри архітектури;

кандидат архітектури, доцент
Снітко Ірина Анатоліївна,
кафедра реконструкції, реставрації архітектурних об'єктів Харківського національного університету будівництва та архітектури, м. Харків.

Захист відбудеться 07 травня 2013 р. о 10 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 35.052.11 Національного університету «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів-13, вул. С. Бандери, 12, ауд. 226 головного корпусу

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету «Львівська політехніка» за адресою: 79013, м. Львів, вул. Професорська, 1

Автореферат розіслано 06 квітня 2013 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Петришин Г. П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Численна кількість архітектурних пам'яток зникла, не залишивши по собі креслень, матеріалів обмірів чи фотофіксації. Для таких об'єктів графічна реконструкція як наукове дослідження стає єдиним способом пізнання вигляду втраченого чи зруйнованого архітектурного об'єкта на визначений період часу. Графічна реконструкція архітектурного об'єкта відображає стан усіх знань про нього на сьогодні.

Ранні споруди на наших теренах будували із деревини. Збереженість споруди залежить від тривкості матеріалу, з якого вона зроблена. Відносно нетривкою є деревина, зокрема через здатність до горіння та гниття. Тому до сьогодні на теренах України не збереглися дерев'яні будівлі раннього середньовіччя. Інформацію про їх втрачений вигляд можна отримати за рештками, документами чи аналогами, що збереглися. Оскільки здебільшого археологічними рештками дерев'яних споруд є залишки стін на невелику висоту (планувальна структура), описи загальні, а аналоги пізні, то достовірність графічної реконструкції таких об'єктів невисока. Графічні реконструкції дерев'яної архітектури Київської Русі та Галицько-Волинського князівства на сьогодні мають досить гіпотетичний характер. Це пов'язано з відсутністю збережених до нашого часу середньовічних споруд з дерева, а також обмеженістю археологічної та іконографічної інформації.

Дерев'яна наскельна архітектура є особливим способом середньовічного будівництва з використанням скель. Самі дерев'яні споруди на сьогодні втрачені. Проте існують їхні залишки — скельні комплекси Тустані, Бубнища, Розгірча та Підкаменя зі слідами дерев'яної забудови. Наскельні сліди дозволяють відтворити втрачений вигляд середньовічних будівель з високою достовірністю. Завдяки цьому, а також через відсутність відомих аналогів за технологією будівництва за кордоном такий тип пам'яток є унікальним для світової історії архітектури.

Незважаючи на унікальність та інформативність цього виду пам'яток, відомі об'єкти дерев'яної наскельної архітектури залишаються маловивченими і на сьогодні. Так, найбільш досліджуваний центральний комплекс Камінь наскельного міста-фортеці Тустань перебуває лише на початку комплексних науково-дослідних робіт, які необхідно здійснити для його часової, архітектурної, соціальної ідентифікації. На інших скельних комплексах виконані лише часткові роботи з фіксації та археологічних розвідок. Тому надзвичайно актуальним є їх системне та повне вивчення.

До наскельних пам'яток неможливо застосувати традиційні методики досліджень та фіксації, зокрема через складний рельєф, великі розміри, значну висоту (до 90 м), неправильні геометричні форми скель, складне просторове розміщення слідів у різних площинах. Тому вказані об'єкти потребують виняткової, індивідуально розпрацьованої методики.

Єдиними відомими методами досліджень та графічної реконструкції пам'яток дерев'яної наскельної архітектури на сьогодні є комплексна методика М. Рожка, яку вчений розробив під час вивчення Тустані та апробував на інших об'єктах. Ця система є комплексною, охоплює необхідні етапи та послідовність виконання досліджень, проте є досить узагальненою і сформульована скоріш як процес дослідження конкретного об'єкта (Тустані), а не універсальна технологія, придатна до застосування на будь-

якій пам'ятці дерев'яної наскельної архітектури. Роботи М. Рожка з фіксації пам'яток дерев'яної наскельної архітектури, відображені у його методиці, проводилися у 70–80-х роках ХХ ст. У зв'язку зі стрімким розвитком геодезії, революційним підвищенням її точності та можливостей придатними до застосування сьогодні залишилися концептуальні кроки згаданої методики, проте самі технології фіксації повинні враховувати досягнення геодезичної науки. Водночас для зберігання, організації, відображення усіх матеріалів досліджень, а також для ефективної роботи з ними необхідно використовувати сучасні інформаційні технології.

Необхідною є розробка комплексної, цілісної, сучасної методики графічної реконструкції втрачених дерев'яних наскельних споруд за матеріалами високоточних натурних досліджень та за аналогами, яка б охоплювала принципи, алгоритм і методи відтворення, а також була б верифікованою.

Мета дослідження — розробка методики графічної реконструкції втраченої дерев'яної наскельної архітектури на прикладі пам'яток ІХ–ХVІ століть Західного регіону України.

Завдання дисертаційного дослідження:

1. Визначити стан розвитку методології графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури.

2. Сформулювати теоретичні засади графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури.

3. Розробити методи створення інформаційної бази для графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури.

4. Визначити методи фіксації скельних комплексів зі слідами дерев'яної наскельної архітектури та технології автоматизованої обробки даних досліджень.

5. Розробити методи моделювання втраченої дерев'яної наскельної архітектури.

6. Сформулювати комплексну методику графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури та розробити рекомендації для її застосування.

Об'єкт дослідження — дерев'яна наскельна архітектура ІХ–ХVІ століть на семи скельних комплексах зі слідами забудови: трьох біля с. Урич (Тустань), двох — поблизу с. Бубнище, по одному біля с. Розгірче та смт Підкамінь.

Предмет дослідження — просторові, часові і функціональні характеристики втраченої дерев'яної наскельної забудови та конструктивна, функціональна, художня логіка побудови архітектурного комплексу, що дозволяють відтворити його вигляд за слідами наскельної забудови, археологічними залишками, документами та аналогами.

Методи дослідження. У дисертації використано такі методи досліджень:

— загальнонаукові методи, які включають: аналіз історичних джерел, огляд літератури, вивчення аналогів тощо; прийоми абстрактно-логічного методу: індукція і дедукція, аналіз і синтез, аналогія і зіставлення, рух від абстрактного до конкретного; історичний метод — для вивчення досліджуваних явищ і процесів у їх динамічному розвитку;

— спеціальні методи детальної фіксації морфологічно складних і важкодоступних об'єктів, які поєднують методи фотограмметрії (у тому числі аерофотозйомки) та лазерного сканування;

— методи комп'ютерного моделювання, які передбачають використання і поєднання систем автоматизованого проектування (у тому числі систем параметричного проекту-

вання на основі технології інформаційного моделювання будинків), баз даних та геоінформаційних систем;

– спеціальні методи досліджень технічного стану скель, археологічні дослідження та експерименти.

Межі дослідження. Географічні межі охоплюють територію Західного регіону України, де виявлено відомі на сьогодні пам'ятки дерев'яної наскельної архітектури. Хронологічні межі охоплюють IX–XVI ст. — час існування відомих об'єктів дерев'яної наскельної архітектури.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в розробці та обґрунтуванні науково-теоретичних і прикладних засад методики дослідження та графічної реконструкції пам'яток дерев'яної наскельної архітектури IX–XVI ст. і опрацюванні рекомендацій з її використання для стадій реставраційного проектування та практичної реалізації:

- визначено основні категорії і поняття дерев'яної наскельної архітектури;
- розроблено методи створення інформаційної бази для здійснення графічної реконструкції пам'яток дерев'яної наскельної архітектури;
- розроблено методи класифікації слідів дерев'яної наскельної забудови як найбільш точних і детальних носіїв інформації про архітектуру;
- розроблено методи оцінювання достовірності відтворюваних дерев'яних конструкцій;
- розроблено комплексну сучасну методику графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури, що охоплює теоретичні засади, методи, принципи, послідовність операцій.

Також вдосконалено:

- методи фіксації пам'яток дерев'яної наскельної архітектури як важкодоступних і морфологічно складних об'єктів з використанням сучасних технологій, зокрема фотограмметрії та лазерного сканування;
- технологію моделювання й обробки даних у процесі досліджень об'єктів дерев'яної наскельної архітектури та графічної реконструкції їх втраченої забудови на основі сучасних інформаційних технологій.

Практичне значення отриманих результатів:

Розроблена методика і результати дисертаційного дослідження можуть бути застосовані надалі у таких напрямках:

- 1) для реставрації та музеєфікації пам'яток дерев'яної наскельної архітектури;
- 2) для комплексних наукових досліджень об'єктів, близьких за технологією будівництва та проблематикою до дерев'яної наскельної архітектури — печерних пам'яток, будівництва на скелях, висічених у камені споруд, дерев'яного будівництва;
- 3) для графічної реконструкції пам'яток дерев'яного будівництва княжого періоду;
- 4) для фіксації важкодоступних об'єктів зі складною морфологією;
- 5) для моделювання у процесі графічної реконструкції та комплексної роботи з матеріалами досліджень з використанням інформаційних технологій; управління пам'яткою за допомогою геоінформаційної системи — комплексний моніторинг руйнувань, планування та проведення наукових досліджень, виконання проектно-реставраційних робіт — на об'єктах культурної спадщини загалом;

б) в освітній діяльності: у процесі підготовки фахівців з реставрації, зокрема у частині методики фіксації пам'ятки, її комплексних досліджень та графічної реконструкції.

Особистий внесок здобувача у праці, написаній у співавторстві [4], полягає в узагальненні та систематизації 33-річних досліджень дерев'яної наскельної архітектури.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дослідження за темою дисертації оприлюднено у формі доповідей та обговорено на другому і третьому міжнародних конгресах з історії будівництва «International Congress on Construction History» (Кембридж, Великобританія, 2006; Котбус, Німеччина, 2009); на міжнародних наукових конференціях «Проблеми підготовки фахівців з охорони та реставрації пам'яток нерухомої культурної спадщини в Україні: існуючий стан і перспективи» (Київ, 2006), «Археологія Західної України» (Львів, 2007), «На пошану Михайла Рожка» (Львів, 2009), «Методичні проблеми пам'яткоохоронних досліджень» (Київ, 2010–2012), «Пам'ятки Тустані в контексті освоєння Українських Карпат у доісторичну добу та в середньовіччі» (Львів, 2011), «Дослідження, збереження і реставрація об'єктів культурної спадщини» до 20-ліття кафедри РРАК (Львів, 2012), «Історико-культурні пам'ятки Прикарпаття та Карпат – важливі об'єкти в розвитку туризму» (Львів, 2013); на міжнародному семінарі «Проблеми дослідження і охорони історичних фортифікацій та полів битв» (Львів, 2007); другому міжнародному форумі реставраторів «Проблеми сучасної консервації та реставрації» (Львів, 2008); на міжнародних конференціях молодих науковців «Проблеми дослідження, збереження та розвитку об'єктів культурної спадщини» (Львів, 2008), «Проблеми дослідження, збереження та реставрації історичних фортифікацій» (Львів, 2010, 2011)

Впровадження результатів дисертаційного дослідження здійснене у Державному історико-культурному заповіднику «Тустань» під час вивчення скельного комплексу Камінь. Зокрема, виконано такі роботи: фіксація скель зі слідами забудови засобами лазерного сканування та фотограмметрії; аерофотозйомка території і створення цифрової моделі рельєфу; створення 3D-моделі скель; створення концепції геоінформаційної системи та автоматизованої системи архівування даних; моделювання п'яти періодів дерев'яної забудови системою автоматизованого проектування; геологічні вишукування для з'ясування міцності скельних порід; інженерно-технологічні дослідження технічного стану скель. Методику графічної реконструкції та результати її застосування включено до навчального курсу з основ реставрації і реконструкції архітектурних об'єктів і комплексів у НУ «Львівська політехніка».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилися відповідно до наукового напрямку кафедри реставрації та реконструкції архітектурних комплексів НУ «Львівська політехніка» «Розвиток теорії та практики регенерації та реконструкції історичних містобудівних комплексів і реставрації архітектурних об'єктів і творів мистецтва»; Регіональної програми розбудови сфери охорони культурної спадщини Львівської області на 2007–2012 роки, Програми науково-реставраційних досліджень, розробки проектної документації та виконання консерваційно-реставраційних робіт на пам'ятці археології національного значення IX–XVI ст. «Городище літописного міста Тустань». Елементи методики досліджень та обмірів упроваджено під час проведення комплексу науково-дослідних, вишуквальних та проектно-кошторисних робіт з

реставрації пам'ятки архітектури XVII ст. (ох. № 492) Успенського костелу в м. Угневі (№ 0102U26269366).

Публікації. За результатами проведеного дослідження опубліковано 7 наукових праць, 6 з яких підготовлені самостійно, у тому числі 5 праць — у фахових виданнях та прирівняних до них.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків (148 сторінок основного тексту), списку використаних джерел (201 позиції на 18 сторінках), додатків (110 сторінок, з них 91 сторінка таблиць та ілюстрацій).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, завдання, об'єкт, предмет дослідження, а також висвітлено наукову новизну, практичне значення результатів, одержаних автором, їх апробацію, окреслено особистий внесок здобувача.

У першому розділі **«Стан розвитку методології графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури»** розглянуто стан розвитку методології графічної реконструкції в архітектурі загалом та дерев'яної наскельної архітектури зокрема, а також стан дослідженості відомих об'єктів дерев'яної наскельної архітектури.

Дерев'яна наскельна архітектура є різновидом середньовічного будівництва, що технологічно поєднував деревину зі скелями. Дерев'яне будівництво України-Русі з архітектурно-археологічних позицій досліджували: Я. Боровський, М. Воронін, В. Гончаров, В. Довженок, П. Засурцев, Г. Івакін, О. Іоаннісян, М. Каргер, І. Красовський, М. Кучера, Ю. Лукомський, Ю. Моргунов, П. Раппопорт, О. Ратич, М. Сагайдак, Ю. Спегальський, С. Терський, Б. Тимошук, Б. Томенчук, П. Толочко, М. Филипчук, В. Харламов, Р. Юра. Особливості розвитку дерев'яної архітектури України досліджували: О. Бойко, Ф. Вовк, Т. Геврик, М. Драган, В. Залозецький, М. Красовський, Г. Логвин, О. Лушпинський, І. Могитич, Г. Павлуцький, Л. Прибега, В. Самойлович, В. Січинський, М. Сирохман, В. Слободян, Р. Сулик, С. Таранушенко, Я. Тарас, В. Щербаківський, П. Юрченко.

Враховуючи, що ознакою дерев'яної наскельної архітектури є органічне поєднання дерев'яної забудови зі скельним комплексом, як певною мірою аналоги до неї доречно розглядати не лише дерев'яну архітектуру, а й висічені у камені скельно-печерні комплекси, а також споруди, зведені зверху на скелях. Сучасними українськими дослідниками середньовічних скельних споруд та петрогліфів є М. Бандрівський, Т. Бобровський, О. Герцен, І. Грек, А. Гуськов, Л. Мацкевий, П. Нечитайло, Т. Новик, К. Пронін, Б. Рідус, В. Руденок, Т. Яшаєва.

Графічні реконструкції дерев'яних споруд середньовіччя здійснювали Ю. Асєєв, А. Буко, С. Висоцький, Ю. Дйба, В. Козюба, О. Мацюк, Г. Логвин, Є. Лопушинська, Р. Могитич, В. Петрик, В. Черноус, Б. Шмигін. Окрім цього, авторами містобудівних реконструкцій середньовічної забудови були І. Базарник, М. Бєвз, О. Рибчинський, П. Ричков, А. Рудницький, Т. Трегубова та інші. Методи і методики досліджень, фіксації, реконструкції архітектурних та містобудівних комплексів України вивчали, зокрема, А. Баталов, В. Вечерський, О. Воробйова, А. Воронов, М. Габрель, М. Дьомін, С. Крижицький, О. Лесик, О. Олійник, Г. Петришин, І. Пічікян, В. Проскураков, І. Снітко, А. Тіц, Б. Федоров, Б. Черкєс та інші.

Проблеми реконструкції втрачених пам'яток засобами комп'ютерної графіки розкриті у публікаціях закордонних авторів: С. Бенедетті, Д. Бералдін, Е. Вайтинг, Х. Віктор, Г. Воссельман, М. Герке, С. Гіларді, Л. Гонзо, С. Ель-Хакім, Й. Жу, В. Іоріо, С. Ксія, К. Оглебі, Т. Одаке, Е. Пакет, Ф. Ремондіно, А. Річчі, С. Сакаї, В. Стоякович, Б. Тепавчевич, Й. Тіан, В. Чієті, Х. Чікатсу та інших.

Зруйновані кам'яні споруди княжої доби залишили по собі фундаменти або рови, за якими можна відновити їх планувальну схему. Після знищення дерев'яних споруд не залишається майже нічого. Це спричиняє труднощі для їх графічної реконструкції. Основним джерелом інформації про забудову є археологічні дослідження. Проте найскладнішим є визначення вертикальної структури втрачених будівель, їх поверховості, характеру і нахилу дахів та міжповерхових перекриттів, вигляд окремих елементів. Тому графічні реконструкції дерев'яних споруд раннього середньовіччя на сьогодні є недостатньо аргументованими, схематичними, дискусійними, зробленими на підставі припущень і теоретичних розрахунків.

Пам'ятки дерев'яної наскельної архітектури дають підстави для високодостовірної реконструкції втраченої дерев'яної середньовічної забудови, у тому числі її висотних характеристик. До 1971 року знання про наскельні пам'ятки були поверховими. Це переважно описи скельних комплексів, історичні довідки, топоніміка, систематизація легенд, здогади щодо виникнення та призначення об'єктів, і навіть спроби археологічних досліджень (І. Вагилевич, А. Бельовський, А. Петрушевич, Я. Крашевський, С. Смолка, А. Кіркор, І. Шараневич, О. Чоловський, І. Франко, К. Устиянович, В. Деметрикевич, Я. Пастернак, Р. Щур, З. Качмарчик, А. Жакі, Р. Багрій та інші).

Архітектор та археолог М. Рожко (04.06.1939–22.12.2004) розпочав системне дослідження і запровадив поняття дерев'яної наскельної архітектури, розробив методiku її вивчення, провів архітектурно-геодезичні обміри та археологічні дослідження ряду пам'яток, здійснив низку графічних реконструкцій, стисло описав авторський спосіб їх здійснення. Залишилися невизначеними поняття (термінологія) дерев'яної наскельної архітектури, не розроблені теоретичні засади її графічної реконструкції, не сформульовано інструментарій (принципи, методи, послідовність).

На сьогодні відомо сім скельних комплексів зі слідами дерев'яної наскельної архітектури IX–XVI ст. Наскельне місто-фортеця Тустань (Львівська обл., Сколівський р-н, с. Урич) є пам'яткою археології національного значення IX–XVI ст. Це три скельні комплекси зі слідами дерев'яної забудови, залишки мурувань, три цистерни, криниця, три печери, петрогліфи, залишки соляного шляху, земляні укріплення і дамба. На Тустані проведені архітектурно-геодезичні обміри та археологічні дослідження. Існує гіпотеза про п'ять будівельних періодів дерев'яної забудови на центральному комплексі Камінь, що має близько 4 000 наскельних слідів. Наскельний оборонний печерний комплекс між селами Бубнище та Поляниця (Івано-Франківська обл., Долинський р-н) є пам'яткою археології місцевого значення XII–XVI ст. Складові пам'ятки: городище пізнього середньовіччя; два скельні комплекси зі слідами дерев'яної забудови; печери; цистерна з коридором та мурованим склепінням; вали та рови із фрагментами мурування; залишки греблі. Городище і скелі біля села Розгірче (Львівська область, Стрийський р-н) є пам'яткою археології місцевого значення VIII–VII ст. до н. е. (культово-оборонний комплекс) та XII–XIII ст. (печерно-монастирський). Скеля поблизу смт Підкамінь (Львівська обл., Бродівський

р-н) є залишком наскельного оборонного комплексу XII-XIII ст. Огляд стану вивченості пам'яток дерев'яної наскельної архітектури показує, що жоден з об'єктів не є досліджений повністю. Головним об'єктом дисертаційного дослідження є комплекс скель Камінь наскельного міста-фортеці Тустань як найбільший, найскладніший та найдослідженіший об'єкт дерев'яної наскельної архітектури із семи перелічених. Тому існує можливість порівняти результати виконаної дисертаційної роботи з матеріалами досліджень М. Рожка, оцінюючи їх часозатрати, точність, детальність.

Для збільшення вірогідності графічної реконструкції необхідно розширити базу досліджень, використати сучасні технології для підвищення якості документування та ефективності подальшого моделювання, використовувати чіткі принципи і послідовність операцій, що опираються на розроблені теоретичні основи графічної реконструкції.

У другому розділі **«Теоретичні засади графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури»** здійснено розробку методології та програми дисертаційного дослідження, визначено терміни і поняття, розглянуто теоретичні засади графічної реконструкції.

Пропонований узагальнювальний термін для об'єктів досліджуваного класу — дерев'яна наскельна архітектура. Для ідентифікації наскельного способу дерев'яного будівництва необхідні дві ознаки: 1) наявність слідів дерев'яної наскельної забудови; 2) органічне поєднання в архітектурі скель і деревини.

Наскельні сліди можуть бути природними (різні види руйнувань) та штучними, спричиненими діяльністю людини. Останні узагальнено називатимемо антропогенними, або слідами людської діяльності. Серед них у свою чергу варто виокремити вандалізм і петрогліфи від слідів пристосувань, або архітектури: пази, вруби та підтесування для кріплення дерев'яних конструкцій, сходи, лави, рівчаки для відводу води, печери, цистерни, мурування, сліди пожежі тощо. І вже серед слідів пристосувань найціннішими є сліди дерев'яної забудови — штучні заглиблення у поверхні скель для розміщення в них з метою кріплення завершення (кінця) певної дерев'яної конструкції (елемента-колоди чи групи елементів).

Органічне поєднання в архітектурі скель і деревини містить у собі такі особливості: використання для забудови просторово різних скельних поверхонь (вертикальних, похилих, горизонтальних); гармонійність, рівноцінність деревини та скелі у формуванні простору життєдіяльності. Сकेлю використовували як конструктивний елемент, в ролі несучих стін. Тобто споруда з дерева, яку збудували зверху на скелях, використовуючи їх лише як фундамент, не є спорудою класу, що розглядається. Дерев'яні конструкції у наскельній архітектурі формують самостійно не менше ніж дві огорожувальні конструкції. Якщо з дерева виконано лише внутрішню перегородку, оформлено вікна чи двері у печері — це ще печерний, скельний комплекс.

Таким чином, дерев'яна наскельна архітектура — це система матеріальних структур, утворена органічним поєднанням дерев'яних конструкцій зі скелями завдяки гніздам у кам'яній поверхні для формування просторового середовища життєдіяльності людей. Територіально дерев'яну наскельну архітектуру необхідно сприймати як комплекс, що звичай не обмежується лише скелею, а охоплює і прилеглу до неї територію для розміщення додаткових приміщень, ремісничих майстерень, організації в'їзду чи захисту.

Графічна реконструкція втрачених або зруйнованих архітектурних об'єктів — це специфічний вид пізнавальної діяльності, спрямованої на дослідження цих об'єктів з метою

відтворення їхнього вигляду на певний період засобами архітектурної графіки за рештками, документами чи аналогами, що збереглися, на основі теорій, методів і процедур, прийнятих в архітектурі та суміжних дисциплінах. У нашому випадку такими втраченими об'єктами є дерев'яна наскельна архітектура, а головним джерелом інформації про неї — залишки у вигляді наскельних слідів для кріплення дерев'яних конструкцій та археологічний культурний шар. Графічна реконструкція від початку передбачає відсутність цілісних точних даних про об'єкт з єдиного джерела. Її застосовують для відтворення втраченого вигляду частинками, з різних джерел, збираючи та поєднуючи усю можливу доступну інформацію. Під графічною реконструкцією як діяльністю розуміємо весь комплекс робіт (чи його частину) — від збору матеріалів, польових досліджень і фіксації пам'ятки до моделювання варіантів утраченої дерев'яної забудови та їх верифікації.

Результатом графічної реконструкції є модель комплексу дерев'яної наскельної архітектури конкретного об'єкта. Враховуючи теоретичну неможливість існування єдиного правильного відтворення дерев'яної наскельної архітектури, потрібно сформулювати ідеальний результат графічної реконструкції, до якого слід прагнути у процесі досліджень, а також критерії оцінювання та відбору варіантів. У дисертації запропоновано такі визначальні характеристики результату (у порядку спадання їх значимості): визначеність, повнота, детальність.

З особливостей цього виду наукового дослідження, опису ідеального результату та критеріїв оцінювання його досягнення впливають основні принципи здійснення графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури: надбудови — від основи до надбудови; визначеності — від визначеного до невизначеного; деталізації — від загального до детального; варіабельності — моделі як результату графічної реконструкції властиво мати варіанти, різновиди; раціональності — у результаті реконструкції змодельована споруда повинна бути раціональною, доцільною повністю і в частинах.

Відповідно до згаданих принципів формується послідовність відтворення дерев'яної наскельної архітектури. Згідно з методологією наукового дослідження, пропонуємо виділяти чотири основні етапи графічної реконструкції: програмувальний, інформаційний, аналітичний та практичний.

На програмувальному етапі необхідно скласти програму графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури конкретного об'єкта-пам'ятки. Важливим є чітке встановлення мети і глибини дослідження, зокрема рівень деталізації графічної реконструкції, використовуваний набір методів (усі потрібні засоби архітектурних та суміжних дисциплін чи лише окремі з них, доступні), просторові межі відтворюваної архітектури (весь наскельний комплекс із прилеглою територією, лише забудова на скелях чи її частина). Для вибору відповідних методів та кроків при складанні актуальної програми дослідження конкретного об'єкта необхідно мати попередні відомості про нього: об'єми, загальну морфологію, технічний стан і доступність скель та прилеглої території; приблизне датування втраченої дерев'яної забудови; кількість, відкритість і характер наскельних слідів забудови та пристосовань.

Далі, на інформаційному етапі, потрібно зібрати визначеними програмою сучасними методами всю можливу та доступну емпіричну архітектурну інформацію і провести її первинний аналіз. Такою інформацією є факти, що можуть бути підставами для графічної реконструкції втраченої дерев'яної наскельної архітектури. До збору фактів слід від-

нести вивчення природних умов наскельного будівництва, визначення втрат первісного вигляду скельного комплексу, дослідження пристосувань скельного комплексу (локалізація, ідентифікація), археологічні дослідження. До аналізу фактів відносимо: аналіз слідів для кріплення дерев'яних конструкцій; аналіз визначеності відтворених за слідами дерев'яних елементів; аналіз слідів пристосувань скель; відтворення (моделювання) елементів дерев'яної забудови на підставі археологічних знахідок; точне датування дерев'яної наскельної архітектури; дослідження аналогів (наскельна, скельна і печерна архітектура; дерев'яне будівництво; аналоги за функцією). Першочерговими та найгрунтовнішими фактами для графічної реконструкції є наскельні сліди забудови.

На аналітичному етапі треба відтворити елементи і комплекс дерев'яної наскельної архітектури у всіх можливих варіантах. Моделювання варто здійснювати в порядку, визначеному принципами графічної реконструкції, — від основи до надбудови, від визначеного до невизначеного, від загального до детального: відтворення первісного вигляду скельного комплексу та прилеглої території; відтворення визначених елементів дерев'яної наскельної архітектури; відтворення структури комплексу; деталізація моделі. При цьому слід зберігати, розглядати й оцінювати всі можливі варіанти моделі та її частин.

На практичному етапі необхідно відібрати найбільш правдоподібний варіант моделі. Для цього треба оцінити кожний варіант графічної реконструкції як єдине ціле та суму її елементів відповідно до критеріїв.

У третьому розділі **«Методи створення інформаційної бази для графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури»** описано застосування методів та техніки отримання масиву достовірної та репрезентативної архітектурної інформації — множини фактів, на підставі яких можливо здійснити наукову графічну реконструкцію втраченої дерев'яної наскельної архітектури.

Щоб сформувавши інформаційну базу для графічної реконструкції пам'ятки дерев'яної наскельної архітектури, необхідно: дослідити об'єкт у його часовому та просторовому контексті; визначити природні умови наскельного будівництва; визначити втрати первісного вигляду скельного комплексу; дослідити пристосування скельного комплексу, зокрема наскельні сліди для кріплення дерев'яних конструкцій; провести археологічні дослідження скель та прилеглої території; вивчити аналоги, передусім регіональні (табл. 1).

Факти про дерев'яну забудову для її графічної реконструкції можна отримати в результаті натурних досліджень пам'ятки, вивчення особливостей та історичного розвитку території довкола неї. З фактів можливо довідатися про загальні риси забудови — локалізацію фрагментів, функцію частин будівлі, датування; її структуру — план, перетин; характеристики окремих елементів — товщину, січення та довжину бруса, кріплення, місце розташування, породу деревини, спосіб обробки поверхні.

Для графічної реконструкції першочерговим завданням є дослідити наскельні сліди кріплення дерев'яних конструкцій. Для цього їх треба спочатку ідентифікувати, відрізнити від природних утворень і деформацій скельної поверхні. Тому необхідно визначити характеристики первісної поверхні скель, її властивості, чинники руйнування, природні деформації. Після цього стає можливо ідентифікувати антропогенні зміни, досліджувати технологію обробки скель, їх пристосування, наскельні зображення та нищення. Також перед дослідженнями необхідно розкопати сліди, які перебувають під землею. Сліди наскельної забудови мають різну відкритість, просторове розташування та орієнтацію,

розміщені у різних поверхнях і взаємопосяднаннях. Відповідно кожен варіант і комбінація містить свою індивідуальну інформацію про відтворювану дерев'яну архітектуру. Тому необхідно провести класифікацію та архітектурний аналіз наскельних слідів. Попри найбільшу інформативність слідів наскельної забудови, їх необхідно доповнювати при реконструкції усіма можливими матеріалами інших досліджень.

Для точної і детальної фіксації поверхні скель зі слідами забудови пропонуємо поєднувати методи лазерного сканування та фотограмметрії. Підхід до створення 3D-моделі скель зі слідами наскельної забудови передбачає виконання таких кроків: створення геодезичної мережі на місцевості у вибраній системі координат; розміщення марок для інтегрування фрагментів зйомки у єдину модель; визначення координат станцій сканування та марок; виконання лазерного сканування; фотографування об'єкта з різних ракурсів з перекриттям; повітряне фотографування або лазерне сканування об'єкта; камеральна обробка результатів наземного та повітряного сканування і фотозйомки, інтегрування фрагментів у єдину модель, спрощення та генералізація, прив'язка до системи координат; текстуровання моделі шляхом накладення на неї фотографічних зображень об'єкта.

Складну морфологію скель зі слідами забудови та прилеглої до них території варто фіксувати, відобразити та опрацювати у вигляді комп'ютерної 3D-моделі. За допомогою систем автоматизованого проектування з 3D-моделі можна автоматично отримувати довільне креслення потрібного масштабу. При 3D-моделюванні втраченої архітектури слід використовувати комп'ютерні системи параметричного проектування на основі технології інформаційного моделювання будинків. Усі матеріали досліджень оцифровуються, їх електронні версії організуються за допомогою систем управління базами даних. Способом організації просторових даних в інтуїтивно зрозумілому вигляді є геоінформаційна система (ГІС), що здатна забезпечувати користувачам швидкий доступ до потрібних актуальних даних та їх розуміння. ГІС також здатна відображати часову інформацію, стан об'єктів просторового середовища у різні періоди розвитку. Для організації просторової інформації здебільшого достатньо двовимірної ГІС, проте тривимірна здатна стати інтеграційною платформою для поєднання згаданих 3D-моделі та бази даних. Такий підхід забезпечить можливість комплексного оперативного аналізу численних і різнорідних даних з досліджень, уможливить моделювання варіантів графічної реконструкції з диференціюванням відтворюваних елементів за гіпотетичністю, періодом існування, типом, функцією.

Створення інформаційної бази для графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури розглянуто на прикладі комплексу Камінь (Тустань). Для цього досліджено фортецю в контексті (Карпатська лінія оборони, історична картографія та іконографія, писемні згадки, експеримент «Карпатська сигналізація»); проведено вивчення втрат первісного вигляду скель (інженерно-геологічні та архітектурно-конструктивні дослідження); систематизовано пристосування скельного комплексу (аналіз членування скель, сліди для кріплення дерев'яних конструкцій, системи водовідведення та водозабезпечення, комунікації, наскельні зображення, приміщення-печери, мурування); опрацьовано попередні та сучасні археологічні дослідження для відтворення втраченої наскельної архітектури. На місцевості винесено опорну геодезичну мережу. Виконано фіксацію комплексу Камінь методами лазерного сканування та фотограмметрії (рис. 1, 2), в результаті цього технологію фіксації скориговано. Виконано аерофотозйом-

ку території. Створено 3D-модель скель зі слідами забудови, цифрову модель місцевості. Створено основу геоінформаційної системи та бази даних Тустані.

У четвертому розділі **«Методи моделювання втраченої дерев'яної наскельної архітектури»** здійснено аналіз емпіричної архітектурної інформації, її узагальнення; розроблено методи моделювання втраченої дерев'яної наскельної архітектури.

Послідовність відтворення втраченої дерев'яної наскельної архітектури запропоновано поділяти на чотири етапи: відтворення первісного вигляду скельного комплексу; відтворення визначених елементів наскельного комплексу; відтворення його структури; деталізація моделі дерев'яного наскельного комплексу. Детальніше — у таблиці 1.

Спочатку треба відтворити вигляд скельного комплексу на період існування дерев'яної забудови. Для цього моделюють втрачені частини скельної поверхні й об'ємів та усувають пізніші надбудови (мурування) та насипи. Таким же чином, через відновлення еродованих ґрунтів, знімання намулу, насипу та нападаного каміння, моделюють первісний вигляд прилеглої території.

Після аналізу та класифікації слідів забудови і перед графічною реконструкцією пам'ятки дерев'яної наскельної архітектури необхідно провести аналіз відтворюваних дерев'яних елементів на предмет їх просторової (геометричної) визначеності. Деякі групи слідів наскельної забудови визначають дерев'яні конструкції з двох чи трьох сторін, деякі вказують одну сторону і напрям. Матеріали досліджень (перш за все сліди забудови) дозволяють визначити місце розташування елемента, просторовий кут, часом його довжину, ширину і товщину, у сприятливому випадку діаметр. Відтворювані дерев'яні конструкції (елементи) можуть бути двовимірними — площинними (стіна, перекриття, дах тощо) та одновимірними — лінійними (колода, брус, балка, стовп тощо). Просторовий кут нахилу елемента може бути горизонтальним (балки, перекриття), похилим (дах) або умовно вертикальним (стіни). Відтворювані дерев'яні конструкції за їх просторовою визначеністю можна розділити таким чином: 1) повністю визначені елементи, для яких можна встановити місце розташування двох їхніх кінців (відповідно, просторовий кут), часто товщину; 2) частково визначені — елементи, у яких однозначно визначений один з кінців та напрям (кут) лінії чи площини конструкції.

Підставами для відтворення визначених елементів є систематизовані матеріали, які чітко, однозначно вказують на розташування дерев'яних елементів забудови: сліди дерев'яної наскельної забудови; елементи будівель, локалізовані в процесі археологічних досліджень на первісному місці їх розташування; сліди пристосувань скель; сліди на прилеглої території. При цьому в моделі розрізняють повністю визначені кінці конструкцій та частково визначені напрямом чи гіпотетично протилежні. Тоді в наступних кроках буде видно, що має бути нерухомою підосновою, а що може змінюватися. Далі частково визначені конструкції доповнюють. Також вносять до моделі як елементи архітектури інші пристосування скель.

На наступному етапі відтворюють структуру комплексу, гіпотетично, використовуючи результати попередніх досліджень для моделювання архітектури об'ємами (в масах): майданчики для забудови; переходи, комунікації; перекриття доступу між скелями; вхідна зона; функціональні особливості; пізніші мурування як зручне місце для забудови; локалізація дерев'яної забудови, що горіла. Далі, в результаті конструктивного аналізу системи «дерев'яні конструкції — скеля», локалізують елементи, яких бракує несучій системі для

Таблиця 1
Послідовність графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури

1. Програмний – Програма графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури конкретного об'єкта	2. Інформаційний (емпіричний) етап		
	Контекст об'єкта	Система розселення в регіоні. Адміністративний устрій. Шляхи сполучення Значення, роль об'єкта у контексті: система оборони, система оповіщення, сакральні споруди, промисли Історичні події в регіоні	
	Природні умови	Геологія. Ґрунти	
		Клімат	
		Гідрографія	
		Рослинність	
	Визначення втраг первісного вигляду скель та пристовування скель	Властивості порід	Стійкість скель до руйнування
			Характеристика природної (первісної) поверхні скель
		Чинники руйнування скель	Рухи земної кори
			Клімат – вивітрювання, опади, температура, блискавка
			Нанесений ґрунт
			Рослинність (дерева, чагарники, трава), мохи
		Природні втрати скель	Тріщини. Сколювання
			Вивітрювання. Конкреції
		Антропогенні зміни скель	Способи обробки: добання, видряпування, сколювання, малюнок
			Пристосування: корисні функціональні утворення
	Наскельні зображення: петрогліфи та написи (тесані та фарбовані) Нищення: вандалізм, скелелазіння, стирання відвідувачами, пожежа		
	Природні втрати території	Ерозія ґрунтів. Намул	
		Валоподібні утворення – особливості залягання карпатського флішу	
	Антропогенні зміни території	Уламки скель та розсипи каміння по території	
		Тераси	
		Ровоподібне зношування поверхні старого шляху. Мощення Вали та рови	
	Дослідження пристосувань скель	Членування скель	Загальні об'єми: скельні стіни, подвір'я, проходи, доміанти
Майданчики, тераси горизонтальні, похилі			
Ущелини вертикальні, похилі Природні печери, гроти			
Пристосування скель		Сліди кріплення дерев'яних конструкцій: пази, вруби, підрубвання	
		Комунікації: сходи, тераси, ущелини Функціональні, інженерні: цистерна, криниця, рівчаки водовідводу Приміщення: штучні печери, тераси-майданчики Добудови: мурування стін, цистерни	
Археологічні дослідження	Розкриття скель	Підземна частина скельної поверхні (основи)	
		Сховані сліди пристосувань та забудови	
	Археологічні знахідки	На місцях свого первісного розташування: дерев'яні конструкції, розсипи каміння з кашиці, залишки печі, глина з обмазки стін У завалах: знахідки деревини, металу, кераміки, шкіри, шлаків, кісті	
Вивчення аналогів	Точне датування забудови	Дендрохронологія	
		Радіовуглецевий аналіз Порівняльні методи (неточні)	
	Наскельні, скельні, печерні будівництво за функцією	Наскельні, скельні, печерні	Принципи освоєння скель і території
Способи доповнення скель Вирішення комунікації, функціональних та інженерних завдань			
Дерев'яне будівництво		Технологія будівництва	
		Стилеві архітектурно-конструктивні особливості регіону	
За функцією	Особливості оборонної, культової чи житлової архітектури		

Продовження таблиці 1

Послідовність графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури

3. Аналітичний (теоретичний) етап			4. Практичний етап – Оцінювання та вибір найбільш достовірного (правдоподібного) варіанту моделі
Відтворення первісного вигляду скель та прилеглої території	Первісний вигляд скель	Доповнення втрачених скельних об'ємів (за історичною іконографією, сліди відколювання уламків, відсутність потрібної опори, уламки в підніжжі скель, місця пожежі) Забирання доповнень (мурувань, насипів) Відтворення поверхонь скелі	
	Первісний вигляд території	Відновлення еродованих ґрунтів Знімання намулу, насипу, каміння, яке напало	
Відтворення достовірних елементів	Повністю визначені		
	Частково визначені		
	Доповнення частково визначених		
	Використання пристосувань скель		
Відтворення структури наскельного комплексу	Моделювання архітектури об'ємами (в масах)	Приміщення	
		Переходи, комунікації	
		Перекриття доступу між скелями	
		Вхідна зона	
		Функціональні особливості	
	Несуча структура забудови (конструктив)		
	Комунікації	Внутрішні (сходові клітки, драбини, галереї)	
		Вхідна зона (ворота, звідний міст, пандус, сходи, хвіртка)	
	Цілісна модель		
	Етапи розбудови		
	Територія (шляхи, водні перешкоди, земляні укріплення, споруди)		
	Спорудження (технологія)		
Деталізація графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури	Функціональні елементи та особливості	Житло	
		Культ	
		Оборона	
		Промисли	
		Митниця	
		Транспорт	
		Поховання	
		Сигналізація	
		Інженерне забезпечення	Вентиляція
	Водовідведення (дошова вода)		
	Водозабезпечення		
	Опалення		
	Освітлення		
	Протипожежний захист		
	Теплоізоляція		
	Туалети		
	Конструктивні елементи та деталі		
	Архітектурні елементи		
Інтер'єри			
Деталі			
Матеріал			
Прилегла територія (рослинність)			

її стійкості в умовах корисного та екстремального навантаження. На підставі конструктивного аналізу також можна відтворювати міжповерхові перекриття. Далі відтворюють комунікації. Потім створюють цілісну загальну модель дерев'яної забудови. При цьому всі гіпотези, припущення, домисли фіксують, зберігають на моделі, але чітко відділяють їх від однозначно відтворених елементів. Після цього потрібно визначити можливі етапи і варіанти розбудови та перебудови. Також відтворюють прилеглу територію і технологію будівництва.

На завершальному етапі відбувається деталізація моделі, зокрема відтворюють її функціональні елементи і особливості, інженерне забезпечення, конструктивні елементи та деталі, архітектурні елементи (невеликі фрагменти забудови, не відтворені у попередніх етапах), інтер'єри, деталі, матеріал, прилеглу територію (включно з рослинністю). Відтворення деталей має чотири рівні: графічна реконструкція елемента на підставі аналога — відтвореного у попередніх етапах на цій же пам'ятці; графічна реконструкція деталі за археологічними знахідками дерев'яних елементів на об'єкті, систематизованими в процесі досліджень; графічна реконструкція на підставі зовнішніх аналогів; уніфікація деталей. Після відтворення всієї споруди та її деталей наостанок можна приступати до її інтер'єрів — елементів, не визначених у попередніх етапах, та деталізації визначених. На цьому етапі до моделі скель з детально відтвореною дерев'яною забудовою також додають відтворення історичного середовища прилеглої території. При цьому відтворюють земляні укріплення — вали, рови, дамбу; водні перешкоди — річки, став; спостережні вежі; систему оповіщення про безпеку; шляхи; поселення; окольний град.

У процесі графічної реконструкції необхідно враховувати будівельні традиції регіону, що диктують архітектурно-стильові особливості споруди: від конструктивних (врубки, випуски, кріплення), архітектурних (галереї, дахи) елементів до деталей (прорізи вікон, бійниць, профілі).

У процесі відтворення забудови використовують два підходи: 1) моделювання конструкціями—площинами і лініями; 2) моделювання об'ємами. Три рівні моделювання: 1) точне — відтворення повністю та частково визначених елементів дерев'яної забудови; 2) логічне доповнення основи — відтворення несучої структури, завершення об'ємів приміщень та інших елементів; 3) гіпотетичне — відтворення та доповнення елементів і деталей за знахідками, аналогами; відтворення етапів і варіантів розбудови. Кожен з рівнів (точний, гіпотетичний) має бути відповідно відображений у моделі та відрізнятися один від одного. Точний рівень у процесі моделювання є основою для реконструкції та зазнає мінімальних змін. Водночас гіпотетичні конструкції можуть бути змодельованими у якнайбільшій кількості варіантів для вибору оптимального. Результати рівнів моделювання: 1) каркас-основа; 2) логічно завершений каркас; 3) детальна гіпотетична модель дерев'яної наскельної забудови та прилеглої території з етапами та варіантами розбудови. До кожного елемента повинна бути прив'язана така інформація: 1) підстави для його відтворення; 2) його просторова, матеріальна, функціональна та часова визначеність; 3) історія його моделювання; 4) період його існування в забудові.

Моделювання втраченої дерев'яної наскельної архітектури розглянуто на прикладі комплексу Камінь (Тустань). Для цього показано схемі відтворення повністю та частково визначених елементів, перекриттів, п'яти будівельних періодів дерев'яної забудови, відтворення механізмів звідного моста, розглянуто обороноздатність фортеці, її водо-

постачання, захист від пожежі; показано приклади реконструкції дерев'яних деталей та інтер'єрів, прилеглої території. Відтворення забудови Каме́ня здійснено засобами 3D-моделювання системами автоматизованого проектування (рис. 3, 4), а також макетування. Також проведено експерименти з відтворення та випробування каменеметної машини, тимчасового середньовічного житла і печі, відновлено в натурі сходи у хвіртці з використанням наскельних слідів.

У п'ятому розділі **«Комплексна методика графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури та рекомендації щодо її застосування»** сформульовано комплексну методику графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури, подано практичні рекомендації щодо її застосування, здійснено оцінку створеної методики.

Запропоновано чотири етапи графічної реконструкції: програмувальний, інформаційний, аналітичний та практичний (табл. 1).

Визначено шість складових інформаційної бази для графічної реконструкції пам'ятки дерев'яної наскельної архітектури: 1) дослідження об'єкта у його часовому та просторовому контексті; 2) визначення природних умов наскельного будівництва; 3) визначення втраченого первісного вигляду скельного комплексу; 4) дослідження пристосувань скельного комплексу, зокрема наскельних слідів для кріплення дерев'яних конструкцій; 5) проведення археологічних досліджень скель та прилеглої території; 6) вивчення аналогів.

Для точної і детальної фіксації скель зі слідами забудови запропоновано поєднання методів наземного лазерного сканування та фотограмметрії. Технологія автоматизованої обробки даних матеріалів досліджень базується на трьох інтегрованих складових: 1) 3D-модель скель з прилеглою територією, 2) база даних досліджень; 3) геоінформаційна система. На етапі відтворення втраченої забудови необхідно використовувати комп'ютерні системи параметричного проектування на основі технології інформаційного моделювання будівель.

Визначено п'ять принципів графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури:

1. Принцип надбудови: від основи до надбудови. Спочатку доцільно відтворювати первісний вигляд бази — скельної основи та прилеглої території, потім — основу дерев'яної забудови, що опирається на скелю, і так далі.

2. Принцип визначеності: від визначеного до невизначеного. Спочатку необхідно відтворювати повністю визначені елементи, потім — частково визначені, далі — гіпотетичні. При цьому слід розрізняти визначеність відносну та абсолютну (у просторі чи відносно іншого об'єкта), повну та часткову (просторову, часову).

3. Принцип деталізації: від загального до детального. Спочатку варто відтворювати загальні речі — архітектурно-просторову структуру, несучу структуру, згодом деталі — приміщення, комунікації, функції, меблі тощо.

4. Принцип варіабельності: моделі як результату графічної реконструкції властиво мати варіанти, різновиди. Усі можливі варіанти реконструкції необхідно зберігати та опрацьовувати.

5. Принцип раціональності. У результаті реконструкції змодельована споруда повинна бути раціональною, доцільною повністю і в частинах. Обробка скельної поверхні, спорудження висотних конструкцій за відсутності високих технологій і розрахунків були надзвичайно часо- та ресурсозатратними процесами, а отже, мотивованими та цілеспрямованими.

Пропонована послідовність моделювання втраченої дерев'яної наскельної архітектури складається з чотирьох кроків: 1) відтворення первісного вигляду скельного комплексу; 2) відтворення визначених елементів наскельного комплексу; 3) відтворення структури наскельного комплексу; 4) деталізація моделі дерев'яного наскельного комплексу. Три рівні моделювання втраченої забудови: 1) каркас-основа; 2) логічно завершений каркас; 3) детальна гіпотетична модель. Критерії відбору варіантів графічної реконструкції: визначеність, повнота, детальність (у порядку спадання).

Для історії архітектури графічна реконструкція відображає рівень актуальних знань про втрачений архітектурний об'єкт зокрема та епоху будівництва загалом. Для архітектурної практики графічна реконструкція (процес, матеріали досліджень та модель-результат) є платформою для подальшого пізнання архітектурного об'єкта, інформаційною базою для реставрації та музеєфікації пам'ятки. Для теорії архітектури розроблена методика вдосконалює теоретичні засади графічної реконструкції втрачених об'єктів, служить етапом для розвитку самої методики.

У порівнянні з попередніми дослідженнями (в першу чергу М. Рожка) в дисертаційному дослідженні досягнуто таких результатів:

- розроблено методику графічної реконструкції як набір інструментів, а також принципи та послідовність їх використання;
- здійснено апробацію методики на скельному комплексі Камінь (Тустань), що дозволяє зробити висновки про можливість її застосування та ефективність;
- запропоновано і апробовано сучасні технології фіксації об'єктів дерев'яної наскельної архітектури, що підвищують точність та ефективність роботи;
- зібрано, розширено та систематизовано фактологічну базу, придатну для подальшого використання у процесі дослідження дерев'яної наскельної архітектури.

На сьогодні не слід поспішати з рішеннями про повне натурне відтворення пам'яток дерев'яної наскельної архітектури певного історичного періоду, натомість слід більшу увагу звернути на їх дослідження та графічну реконструкцію (3D-моделювання).

ВИСНОВКИ

1. Визначення стану розвитку методології графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури в Україні вказало на те, що єдина відома на сьогодні методика М. Рожка для досліджень таких об'єктів є недостатньо комплексною та базується на технічному рівні 1970-х років, а тому потребує оновлення з урахуванням сучасного стану геодезичних та інформаційних технологій. Необхідною є розробка теоретичних основ і чітких правил графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури. Аналіз пам'яток дерев'яної наскельної архітектури вказує на їх унікальність для світової історії архітектури, а також недостатню вивченість на сьогодні.

2. Сформульовані теоретичні засади графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури включають розроблений понятійний апарат, зокрема визначено поняття дерев'яної наскельної архітектури, наскельних слідів та їх видів, графічної реконструкції. Визначено три характеристики-критерії відбору варіантів графічної реконструкції: визначеність, повнота й детальність. Сформульовано п'ять основних принципів графічної

реконструкції дерев'яної наскельної архітектури: надбудови, визначеності, деталізації, варіабельності, раціональності. Визначено чотири етапи в послідовності її здійснення: програмувальний, інформаційний, аналітичний та практичний.

3. Розроблені методи створення інформаційної бази для графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури дозволяють визначити загальні риси забудови, її структуру, характеристики окремих елементів. Визначено шість складових інформаційної бази: дослідження об'єкта у його часовому та просторовому контексті; визначення природних умов будівництва; визначення втрат первісного вигляду скельного комплексу; дослідження пристосувань скельного комплексу, зокрема наскельних слідів для кріплення дерев'яних конструкцій; проведення археологічних досліджень; вивчення аналогів. Найповнішу інформацію про втрачену забудову містять наскельні сліди для кріплення дерев'яних конструкцій. Створення інформаційної бази комплексу Камінь (Тустань) дозволило апробувати та вдосконалити запропоновані методи.

4. Розроблені методи точної і детальної фіксації скельних комплексів зі слідами забудови передбачають поєднання лазерного сканування та фотограмметрії. Для автоматизованої обробки даних досліджень запропоновано використовувати інтегровані 3D-модель, базу даних та геоінформаційну систему, що забезпечить швидкий доступ до потрібних актуальних даних, їх розуміння, можливість комплексного оперативного аналізу численної та різномірної інформації. Використання комп'ютерних систем параметричного проектування на основі технології інформаційного моделювання будинків уможлиблює моделювання варіантів графічної реконструкції з диференціюванням відтворюваних елементів за гіпотетичністю, періодом існування, типом, функцією. Проведена фіксація скельного комплексу Камінь (Тустань) підтвердила ефективність визначених методів та їх придатність до застосування в сучасних реаліях.

5. Розроблені методи моделювання втраченої дерев'яної наскельної архітектури доповнені принципами, підходами, рівнями моделювання та описом очікуваних результатів. Методи аналізу втраченої забудови дозволяють оцінювати відтворювані елементи за їх визначеністю як повністю чи частково визначені та гіпотетичні. Сформульована послідовність відтворення втраченої забудови складається з чотирьох етапів: графічна реконструкція первісного вигляду скель та прилеглої території; відтворення визначених елементів; моделювання структури наскельного комплексу, його деталізація. Виконане експериментальне 3D-моделювання п'яти будівельних періодів дерев'яної забудови на скельному комплексі Камінь (Тустань) дозволило цілісно опрацювати та скоригувати попередні двовимірні реконструкції.

6. Розроблена комплексна методика графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури включає теоретичні засади (понятійний апарат, науково обгрунтована послідовність і зміст операцій аналітичного та моделювального циклів, умови отримання достовірних реконструкцій), деталізовані методи виконання всіх операцій та їх логічний алгоритм; принципи архітектурно-просторового формотворення у процесі відтворення різночасового архітектурного твору IX-XVI століть. Запропонований прикладний інструментарій дозволяє збільшити точність, швидкість і детальність фіксації скельних комплексів; розширює складові інформаційної бази; надає засоби ефективної та оперативної роботи з масивами даних; відповідає новітнім досягненням геодезичних та інформаційних технологій. Розроблені рекомендації вказують на можливість подальшого

використання методики у реставраційній та пам'яткоохоронній діяльності на різного виду об'єктах. Проведені дослідження та моделювання наскельного міста-фортеці Тустань розкривають унікальні особливості цього виду середньовічного будівництва, його високий технологічний рівень. Матеріали виконаних реконструкцій вказують на необхідність внесення їх до підручників з історії світової архітектури як в Україні, так і за кордоном з метою популяризації національних традицій дерев'яного будівництва.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

у фахових виданнях та прірівняних до них:

1. Рожко В. Шляхи збереження, відтворення та розвитку пам'яток дерев'яної наскельної архітектури в сільських регіонах / В. Рожко // Вісник Львівського національного аграрного університету : архітектура і сільськогосподарське будівництво. — Л., 2009. — №10. — С. 212–217.

2. Рожко В. Вихідні дані для графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури / В. Рожко // Вісник інституту «Укрзахідпроектреставрація». — Л., 2009. — Чис. 19. — С. 84–90.

3. Рожко В. Архітектурний аналіз наскельних слідів утраченої дерев'яної забудови для її графічної реконструкції / В. Рожко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування : Наук.-техн. збірник / відпов. ред. М. М. Дьомін. — К., 2010. — Вип.27. — С. 109–120.

4. Rozhko M. Defining the Ninth to Thirteenth Century Fortress Tustan' : Building Archaeology of a Log, Cliff-side Structure / M. Rozhko, V. Rozhko, M. Stachiv // Proceedings of the Second International Congress on Construction History / edited by Dunkeld M., Campbell J., Louw H., Tutton M., Addis B., Powell C., Thorne R. — Cambridge-Exeter : Short Run Press, 2006. — Vol. 3. — P. 2743 – 2757. ISBN 0-7017-0205-2

5. Rozhko V. Methods of Graphical Reconstruction Of Log Cliff-Side Architecture / V. Rozhko // Proceedings of the Third International Congress on Construction History / edited by Kurrer K.-E., Lorenz W., Wetzck V. — Berlin : Neunplus1, 2009. — Vol. 3. — P. 1287 – 1292. ISBN 978-3-936033-31-1

у інших виданнях:

6. Рожко В. Сучасні підходи до фіксації дерев'яної наскельної архітектури / В. Рожко // Проблеми сучасної консервації та реставрації : матеріали та тези доповідей Другого міжнародного форуму реставраторів у Львові, 15-18 трав. 2008 р. — Л., 2008. — С. 42–44.

7. Рожко В. Три роки діяльності заповідника «Тустань» : комплексний підхід до збереження та розвитку наскельного міста-фортеці / В. Рожко // Фортеця : збірник заповідника «Тустань» : на пошану Михайла Рожка. — Л., 2009. — Кн.1. — С. 704–714.

АНОТАЦІЯ

Рожко В. М. Методика графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури (на прикладі пам'яток IX–XVI століть Західного регіону України). — Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата архітектури за спеціальністю 18.00.01 — теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури. — Національний університет «Львівська політехніка», Міністерство освіти і науки України, Львів, 2013 р.

У роботі сформовано понятійний апарат, визначено складові інформаційної бази та теоретичні засади графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури. Запропоновано технології фіксації скель зі слідами забудови з використанням лазерного сканування та фотограмметрії; роботи з матеріалами досліджень за допомогою 3D-моделювання, бази даних та геоінформаційної системи. Описано методи аналізу наскельних слідів забудови, способи оцінювання достовірності відтворених елементів, критерії відбору варіантів. Розроблено методику графічної реконструкції дерев'яної наскельної архітектури, що охоплює методи, принципи та послідовність процедур. За описаною методикою проведено дослідження, у тому числі фіксацію, скельного комплексу Камінь (Тустань). Виконано моделювання п'яти будівельних періодів його втраченої дерев'яної забудови. Подано рекомендації щодо використання методики у реставраційній та пам'яткоохоронній діяльності на різного виду об'єктах.

Ключові слова: графічна реконструкція, дерев'яна наскельна архітектура, 3D-моделювання, фіксація, лазерне сканування, фотограмметрія.

АННОТАЦИЯ

Рожко В. М. Методика графической реконструкции деревянной наскальной архитектуры (на примере памятников IX–XVI веков Западного региона Украины). — Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры по специальности 18.00.01–теория архитектуры, реставрация памятников архитектуры. — Национальный университет «Львовская политехника», Министерство образования и науки Украины, Львов, 2013 г.

В работе сформулирован понятийный аппарат, определены составляющие информационной базы и теоретические основы графической реконструкции деревянной наскальной архитектуры. Предложены технологии фиксации скал со следами застройки с использованием лазерного сканирования и фотограмметрии; работы с материалами исследований с помощью 3D-моделирования, баз данных и геоинформационной системы. Описаны методы анализа наскальных следов застройки, средства оценки достоверности воспроизведённых элементов, критерии отбора вариантов. Разработана методика графической реконструкции деревянной наскальной архитектуры, охватывающая методы, принципы и последовательность процедур. По описанной методике проведено исследование, в том числе фиксация скального комплекса Камень (Тустань). Выполнено моделирование пяти строительных периодов его утраченной деревянной застройки. Даны рекомендации по использованию методики в реставрационной и памятниковоохранной деятельности на объектах разного вида.

Ключевые слова: графическая реконструкция, деревянная наскальная архитектура, 3D-моделирование, фиксация, лазерное сканирование, фотограмметрия.

ANNOTATION

Rozhko V.M. Methods of Graphical Reconstruction of Log Cliffside Architecture (on Example of 9–13th Centuries Monuments in Western Ukrainian Region). — Manuscript.

Dissertation for a Candidate in architecture scientific degree. Speciality 18.00.01 — Architectural Theory, Architectural Monuments Restoration. — National University “Lviv Polytechnic”, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2013.

An analysis of log cliffside architecture monuments shows their uniqueness for world architecture history so as little knowledge of them. The only known methods of cliffside architecture investigation are formed by Mykhailo Rozhko. His documentation methods are based on technological level of 1970s, that's why they should be renewed due to present geodetic and information technologies. It is necessary to work out theoretical basis and clear rules of log cliffside architecture graphical reconstruction.

The author forms conceptual apparatus, especially understanding of log cliffside architecture, cliffside traces and their types, graphical reconstruction. Selection criteria between graphical reconstruction versions are three characteristics of perfect result: definiteness, completeness, minuteness. The author formulate five basic principles and four phases of log cliffside architecture graphical reconstruction, so as investigations for each stage.

There are six components which form informational basis for graphical reconstruction founded on facts. Those facts can be collected during field monument and adjacent territory research so as from analogs and historic context investigations. Facts contain information about general building features, its structure, separate elements characteristics. The fullest information about lost architecture lays in cliffside traces for log constructions.

Proposed documentation methods are laser scanning and photogrammetry combination. They provide precise and detailed fixing of cliffs and cliffside traces. All research data should be transmitted to and stored as integrated 3D-model, database and geographic information system. Its needed to use building information system technology for lost architecture modelling. The author implemented proposed methods during research and documentation of Kamin' cliffs (Tustan fortress).

Consecution of lost log cliffside architecture modelling has four phases. The author develops evaluation methods for restored elements trustworthiness, defines principles, approaches, modelling levels and expected results. The result of author's research is a 3D-model of five building periods on Kamin' cliffs (Tustan fortress).

The author formulates clear methods of log cliffside architecture graphical reconstruction which contains theoretical basis, methods, principles and consecution for this kind of architectural research. Proposed methods are compared with previous ones by M. Rozhko. The author worked out recommendations of methods usage for different monuments restoration and preservation.

Key words: graphical reconstruction, log cliffside architecture, 3D-modelling, documentation, laser scanning, photogrammetry.

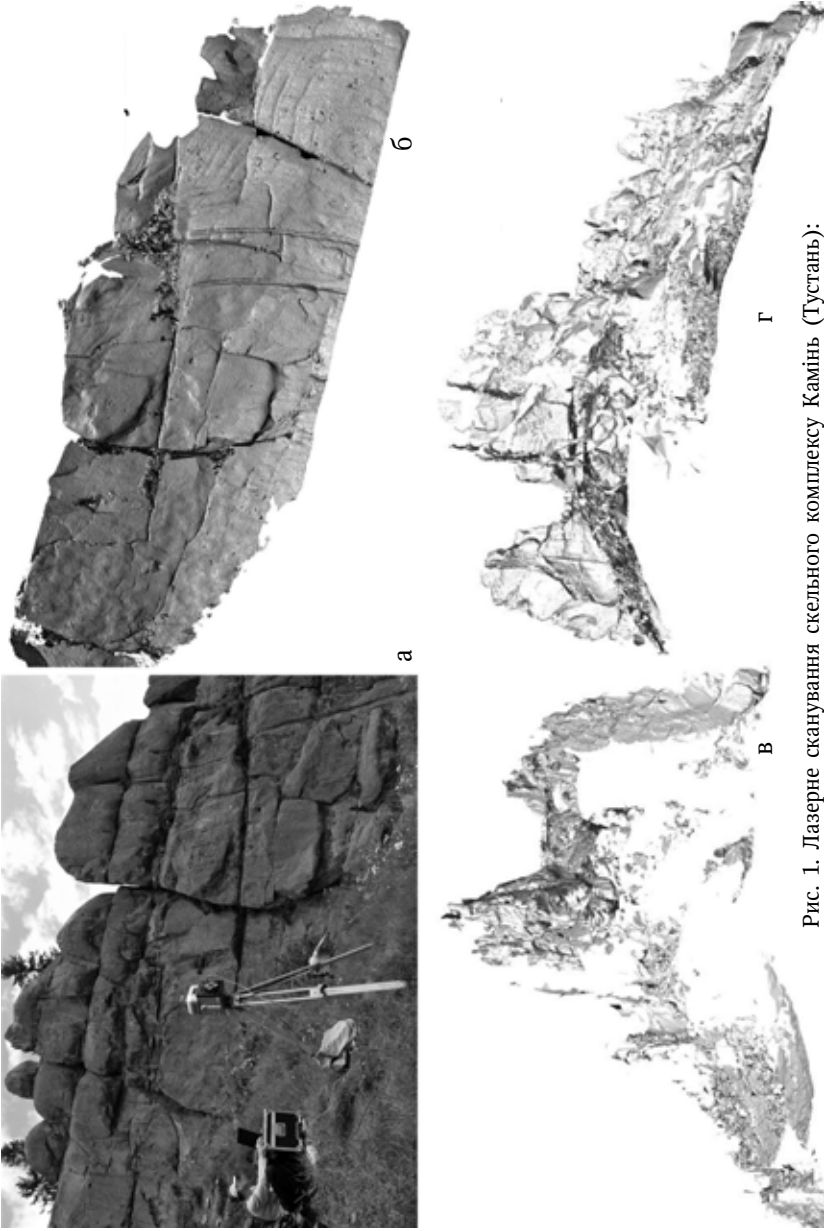


Рис. 1. Лазерне сканування скельного комплексу Камінь (Тустань):
 а – фото сканованої поверхні Великого Крила; б – результат сканування – її 3D-модель (TIN-поверхня); в-г – 3D-модель усього комплексу:
 в – вигляд з півдня; г – вигляд із заходу.

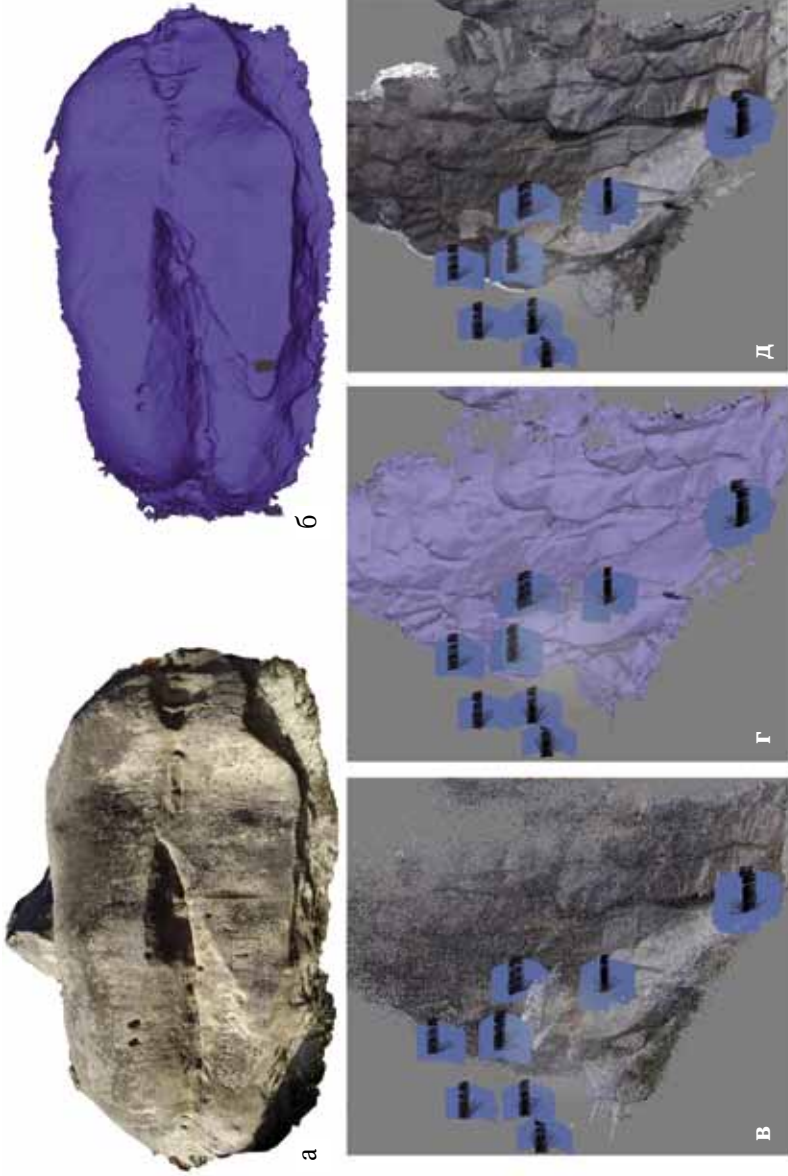


Рис. 2. Фіксація комплексу Камінь (Тустань) фотограмметричними методами:

а–б – моделювання фрагменту скельної поверхні з фактурою: а – фото, б – 3D-модель;

в–д – етапи автоматизованого моделювання скельної поверхні зі слідами забудови у Внутрішньому Дворнику: в – вирівнювання фотографій (сині прямокутники) та побудова хмари точок; г – побудова геометрії поверхні; д – накладення текстур на збудовану поверхню.

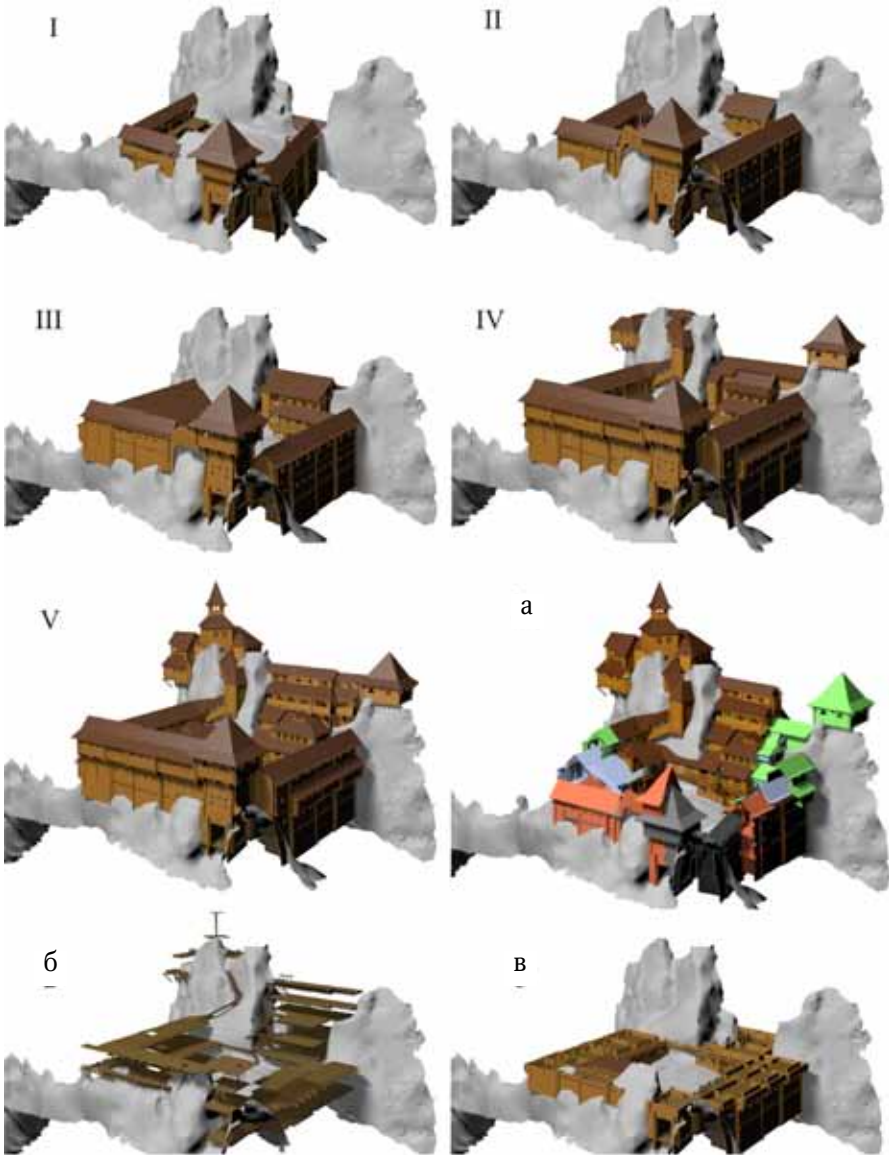


Рис. 3. 3D-модель забудови комплексу Камінь (Тустань):

I, II, III, IV, V – графічні реконструкції п'яти будівельних періодів дерев'яної забудови фортеці; а – суміщені перетини п'яти періодів; б – перекриття та вертикальні комунікації; в – перспективний план другого рівня.



а



б

Рис. 4. 3D-модель комплексу Камінь (Тустань) з прилеглою територією:
а – графічна реконструкція первісного вигляду скель з безлісими схилами, штучним ставом, валами та ровами; б – графічна реконструкція п'ятого будівельного періоду дерев'яної забудови скель та ліній оборони.

Підписано до друку 05.04.2013 р. Формат 60х90/16.
Гарнітура OstavaC. Папір офсетний.
Обл.-вид. арк. 0,9. Друк на різнографі.
Наклад 100 прим. Зам № 1326.

ТзОВ «Компанія «Манускрипт»»
вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008,
тел./факс: (032) 235-52-20, 235-51-40