ISSN 2786-7269 (Print)
ISSN 2786-7277 (Online)

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

SPATIAL DEVELOPMENT

Випуск 5 - 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Заснований у 2019 році

Випуск №5

Київ КНУБА 2023

УДК 711.11; 656.13.05; 528.482; 69.003.12; 911.3

Просторовий розвиток: Науковий збірник / Головн. ред. О. Ковальчук. – К., КНУБА, 2023. – Вип. 5. – 383 с.

DOI 3: https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5

Українською та англійською мовами.

В збірнику висвітлюються політичні, економічні та інженерні проблеми теорії і практики просторового розвитку територій, територіального планування, містобудування, управління містобудівельними системами і програмами, комплексної оцінки, освоєння, розвитку, утримання та реконструкції територій і житлової забудови, розглядаються нагальні питання житлово-комунально господарства, геодезії, містобудівного кадастру, розвитку населених пунктів, їх інженерної та транспортної інфраструктури.

Spatial Development: Science journal / Chief editor O. Kovalchuk. – K., KNUCA, 2023. – Issue 5. –383p.

In Ukrainian and English languages.

The compilation covers political, economic and engineering problems of theory and practice of area development, area planning, urban planning, management of urban planning systems and programs, integrated assessment, development, maintenance and reconstruction of territories and residential development, and deals with current issues of housing and communal services, geodesy, city planning cadastre, development of settlements, their engineering and transport infrastructure.

Головний редактор – канд. техн. наук, ст. н. співробітник Ковальчук О.Ю. (КНУБА).

Редакційна колегія: докт. наук з держ. упр., доцент Андреєв С.О. (КНУБА); докт. техн. наук, доцент Анненков А.О. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Бєлєнкова О.Ю. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Бушуєва Н.С. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Габрель М.М. (НУ «ЛП»); канд. техн. наук, доцент Горбач М.В. (КНУБА); докт. філософ. наук, професор Гоцалюк А.А. (КНУБА);докт. наук з держ. упр., доцент Дакал А.В. (НУ охор. здор. України ім. Шупика П.Л.); докт. наук з держ. упр., професор Дзюндзюк В.Б. (ХНУ ім. Каразіна В.Н.); докт. філософ. наук, професор Добродум О.В. (КДТЕУ); канд. наук з держ. упр., доцент Ємельянова О.М. (КНУБА); докт. наук з держ. упр., професор Іваницька О.М. (НТУ України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»); докт. техн. наук, професор Карпінський Ю.О. (КНУБА); докт. архітектури, професор Ковальська Г.Л. (КНУБА); докт. філософ. наук, ст. н. співробітник Козловець М.А. (ЖДУ ім. І. Франка); докт. політ. наук, професор Корнієвський О.А. (Нац. інст. страт. досліджень); докт. архітектури, доцент Кравченко І.Л. (КНУБА); канд. філософ. наук, доцент Лакуша Н.М. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Лич В.М. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Лізунов П.П. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Лященко А.А. (КНУБА); докт. наук з держ. упр., професор Майстро С.В. (НУ цив. захисту України); докт. наук з держ. упр., професор Мамонова В.В. (ХНУМГ ім. О.М. Бекетова); докт. архітектури Орленко М.І. (Корп. «Укрреставрація»); докт. техн. наук, професор Осипов О.Ф. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Перегуда Є.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Петраковська О.С. (КНУБА); докт. філософ. наук, професор Печеранський І.П. (КНУКіМ); докт. техн. наук, професор Плешкановська А.М. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Поколенко В.О. (КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приймаченко О.В. ((заст. головн. редактора, КНУБА); канд. техн. наук, доцент Приходько Д.О. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Рижакова Г.М. (КНУБА); докт. філософ. наук, ст. н. співробітник Самчук З.Ф. (ІПіЕД ім. І.Ф. Кураса НАН України); докт. техн. наук, доцент Смілка В.А. (ДАіМ КМДА); докт. економ. наук, професор Сорокіна Л.В. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Стеценко С.П. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Стойко О.М. (Інст. держ. і права ім. Корецького В.М.); докт. техн. наук, професор Татарченко Г.О. (СНУ ім. В. Даля); канд. економ. наук, доцент Цифра Т.Ю. (КНУБА); канд. філософ. наук, ст. н. співробітник Червона Л.М. (ІВО НАПН України); доцент Чередніченко П.П. (відп. секретар, КНУБА); докт. філософ. наук, професор Чорноморденко І.В. (КНУБА); докт. економ. наук, професор Шкуратов О.І. (заст. головн. редактора, НАУ м. Київ); докт. економ. наук, професор Шпакова Г.В. (КНУБА); докт. техн. наук, професор Шульц Р.В. (КНУБА); докт. політ. наук, професор Явір В.А. (Інст. держ. і права ім. Корецького В.М.); доктор архітектури, доцент Яценко В.О. (КНУБА); іноземні члени редколегії: канд. соц. наук, професор Валацкене Аста (Унівенрситет Миколаса Раміреса м. Вільнюс, Литва); докт. економ. наук, професор Климчук М.М. (Університет Манітоба, Канада); доктор хабілітований, професор Кобилярчик Ю. (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); доктор хабілітований, професор Кушнєж-Крупа Д. (Краківська Політехніка ім. Т. Косцюшки, Польща); докт. економ. наук, професор Ніколаєв В.П. (Політехніка Вроцлавська, Польща); докт. економ. наук, (докт. хабілітований), професор Трач Р.В. (Варшавський університет природничих наук, Польща).

Рекомендовано до видання вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол №15 від 24 листопада 2023 року.

На замовних засадах

© Київський національний університет будівництва і архітектури, 2023

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.3-11
УДК 726.012.8:22-523.41"04/14"

Ван Шижу,
yulia-ivashko@ ukr.net, orcid: 0000-0002-2312-3869,
доктор архітектури, професор **Івашко Ю.В.,**
yulia-ivashko@ ukr.net, https://orcid.org/0000-0003-4525-9182,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ҐЕНЕЗА ОБРАЗНОЇ КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕР'ЄРІВ ПЕЧЕР ХРАМОВОГО КОМПЛЕКСУ ДУНЬХУАНА (IV-XIV СТ.)

Печерний храмовий комплекс Дуньхуана є унікальним прикладом масштабного синтезу мистецтв в інтер'єрах святилищ IV-XIV ст. В статті систематизовано наукову джерельну базу, матеріали власних натурних досліджень аспіранта і на їх основі проаналізовано періодизацію стінопису і скульптур та визначено особливості ґенези образної концепції, методи художньої виразності, поширені сюжети, тощо.

Ключові слова: печери Дуньхуана; ґенеза; образна концепція; інтер'єри; стінопис; скульптура.

Постановка проблеми. Тема дослідження стінописів і скульптури Дуньхуана є широко дослідженою, однак постійно науковці знаходять все нові і нові аспекти вивчення цього комплексу печерних храмових святилищ. Аналогів такому масштабному комплексу, який розвивався тисячу років і фактично перетворився на візуальну хронологію розвитку фрески в Китаї, в світі немає. Унікальність комплексу Дуньхуана полягає в тому, що це один з найбільш ранніх буддійських комплексів в Китаї, яскравою особливістю якого є унікальний поліхромний фресковий стінопис, а скульптура виступає в ролі його доповнення (на відміну від більш пізніх буддійських храмів Луньмень і Юнган). Загальна площа поверхонь, вкритих стінописом в техніці клейових фарб по сухому ґрунту, становить близько 50000 м^{2,} включаючи гроти Могао, печери Західної тисячі Будд, печери Східної тисячі Будд, Гроти П'яти Храмів і гроти Юлінь.

Протягом тисячолітнього періоду багатьох династій комплекс доповнювався новими гротами, тому по суті перетворювався на наочну енциклопедію стилів буддійської фрески на території Китаю, де також зберігались тисячі унікальних давніх рукописів і трактатів – не тільки релігійних, але й медичних, історичних, географічних, астрономічних, тут було знайдено древні словники, записи народного фольклору, літературні твори і офіційні документи.

Актуальність представленого дослідження полягає в необхідності аналізу інтер'єрів святилищ як певної узагальненої цілісності, заснованої на синтезі мистецтв. Попри широку відомість мистецтва Дуньхуана, особливо його фресок, в Китаї і поза його межами, опрацювання джерел довело, що необхідно узагальнити інформацію за методом системно-структурного аналізу і принципом визначальних ознак, аби проаналізувати фрески на різних рівнях – композиції. Елементу, деталі і проаналізувати фрески одного періоду за одною і тією ж ознакою. Наприклад, слід зробити часовий «зріз» тематичних сюжетів – «Будда з бодхісаттвами», портрети благодійників, пейзажі. Якщо розглядати не сукупність фресок різних сюжетів, а простежити трансформацію одного і того ж сюжету, це дозволяє навести більш об'єктивні висновки щодо специфіки генези стінопису від періоду до періоду. Якщо створити такі візуальні ряди стінопису і скульптури, а потім порівняти їх між собою, можна аргументувати прикладами, чи співпадають періоди розвитку, розквіту та занепаду.

Мета дослідження полягає в виявленні ґенези образної концепції інтер'єрів печерного храмового комплексу Дуньхуана IV – XIV ст.

Методи дослідження: для вирішення завдань дослідження було використано: метод історичного аналізу, метод порівняльного аналізу, графо-аналітичний метод, метод системно-структурного аналізу, іконографічний метод і метод фото фіксації, застосовано принцип визначальних ознак. Для отримання висновків автор користувався архівними джерелами і матеріалами натурних обстежень, виконаних власноруч в печерах Дуньхуана.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдання дослідження зумовили опрацювання значної кількості джерельної бази, з яких слід визначити кілька, присвячені певній проблематиці:

– міжнародні правові джерела [1],

– дослідження печер Дуньхуана [2, 8, 9],

– питання мистецтва в реставрації [3, 4],

– аспекти збереження історичного середовища [5,6,7].

Опрацювання джерельної бази засвідчило, що в дослідженні Дуньхуана найчастіше застосується історичний та фактологічний підхід. Крім цього, існує розрив між публікаціями суміжних напрямків, таких як пам'яткоохоронна і реставраційна джерельна база, і публікаціями, присвяченими безпосередньо Дуньхуану. На наш погляд, необхідно долучати до аналізу образних концепцій і специфіки виконання фресок і скульптур Дуньхуана опубліковані дослідження іноземних науковців в галузі сучасних технік реставрації фресок і скульптур, проблем збереження пам'яті історичного місця, тощо. Крім цього, це поглибить процес включення мистецтва Дуньхуана в світову реставраційну і пам'яткоохоронну діяльність і сприятиме його популяризації в світі.

Основна частина. Ван Шижу особисто досліджувала стінопис Дуньхуана в печерних святилищах. Натурні обстеження і аналіз існуючої наукової джерельної бази дозволили систематизувати фрески за їх визначальними ознаками. У фресковому стінописі Дуньхуана застосовані такі основні техніки: так звані сіюйські (Західні області 西域) техніки і техніки Центральних рівнин Китаю (中原), а на періодах панування монгольських династій Си Ся і Юань (西夏和元朝) – тибетські (Xi Zang 西藏) мистецькі традиції. Враховуючи величезну кількість фресок, аналізувались такі їх характеристики, як сюжет, живописні техніки, побудова композиції, поліхромія.

Композиційні характеристики стосуються засобів трактування простору інтер'єру застосуванням точок, ліній і площин（点、线、面), які забезпечують мальовничість, розділяють по змісту сюжети, створюють візуальні ефекти і ефект двомірності. Симетрія домінує, однак її доповнюють окремі асиметричні деталі. Масштабом фігур в стінописі і в скульптурах виявляють соціальну ієрархію персонажів, з іншого боку, масштабні скульптури характеризують період розквіту держави. Метричним повторенням одних і тих самих елементів (тисяча Будд, квіти лотосу тощо 千佛、莲花) досягається ефект величі і нескінченості Всесвіту з небесними божествами. Певний прихований символізм є і в специфічній поліхромії, де кольором позначались добрі і злі персонажі. Втім, попри загальну канонічність сюжетів, вони не є буквально тиражованими, навіть в межах канону художники і скульптори вносили зміни в композицію, колористику, деталізацію, вводили світські мотиви, портрет і пейзаж, при цьому не порушуючи загальну композицію кожного святилища.

Аналіз стінописів різних періодів засвідчив, як поступово відбувається відхід від примітивізму зображень, монохромності, статичності фігур і відсутності деталізації заднього плану в бік гармонійної поліхромії з великою кількістю кольорів, зображень з дотриманням антропометричних характеристик, індивідуалізації персонажів, уваги до деталі і до вираження ефекту трьохмірності простору (рис.1). Немає одностайності навіть в межах одного періоду: так, на ранньому періоді відбувається поступова зміна теплої монохромної колористики з домінуванням вохри на холодну з домінуванням ультрамарину, а згодом на заключному етапі раннього періоду одночасно поєднується тепла і холодна кольорова гама, утворюючи ефект строкатості.

Порівняння стінописів раннього архаїчного періоду і періоду розквіту, який найяскравіше виражений в періоди Суй і Тан, доводить, що максимальний розквіт образної концепції інтер'єрів одночасно проявився й у стінописі, й у скульптурі. У стінописі це виразилося в урізноманітненні композиційної побудови, розвитку світського жанру і пейзажного жанру, в деталізації образів божеств включно з елементами одягу (рис.2).

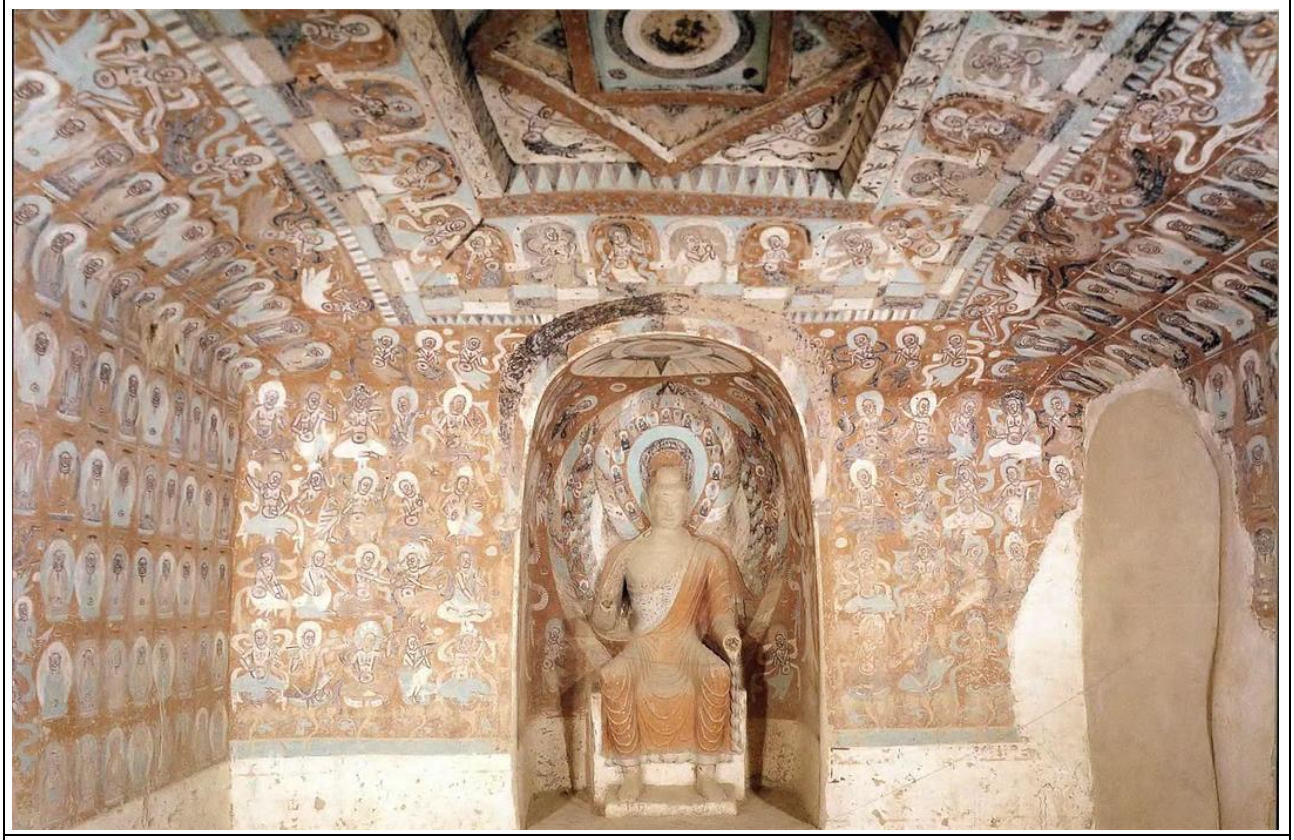


Рис. 1. Будда в ніші західної фронтальної стіни. Могао, грот 272, династія Північна Лян (北凉) (401-439 р.)

Найбільш раннім жанром сюжетів фрески був сюжет з Буддою, відомий від періоду Північна Лян (401-439 рр.), трохи пізніше виник портретний жанр благодійників, найпізнішим є пейзажний жанр. Останній період образної концепції святилищ Дуньхуана – це період монгольської династії Юань (1271-1368 рр.), яка поділяється на дві категорії: одна – це живопис у стилі Хань (Стиль центральних рівнин 汉风绘画), а інша – тибетський тантричний живопис (藏传密宗绘画).

Висновки. Аналіз стінопису Дуньхуана засвідчив відмінності між періодами виконання фресок і специфіку ґенези – від архаїзму до розквіту і поступового занепаду та часткового відродження наприкінці під чужоземними впливами. Наступною особливістю, яка проявилась в стінописі, але не так явно проявилась у скульптурі – це вторгнення світського жанру по суті до простору ритуальних святилищ (численні портрети благодійників з родинами, сцени битв, пейзажі, тощо). Скульптури Дуньхуань здебільшого належать до династії Тан у Північній династії та досягли свого піку в династії Суй і Тан. До династії Си Ся дотримувалися стилю попередніх династій. Під час династії Юань скульптури були в основному пов'язані з тибетським тантричним буддизмом.

Рис.2. Скульптури гроту 420, Могао. Династія Суй (隋朝) (581 – 618 р.)

Кольорові скульптури Дуньхуана зроблені з глини і розфарбовані кольором, вони відрізняються від інших китайських кам'яних і дерев'яних скульптур і є унікальними в історії скульптури.

В усіх святилищах стінопис і скульптури відповідні за стилістикою, тобто становлять приклад синтезу мистецтв.

Новаторство представленого дослідження полягає в підведенні доказової бази під відомі тези. Це простежено по різних визначальних ознаках, якими є конкретні сюжети на різних періодах, композиційна побудова, поліхромія, прийоми деталізації. На прикладі стінопису з Буддою візуально аргументовано і деталізовано відому хронологію трьох етапів розвитку стінопису:

– 1-й етап – період розвитку (династія Північна Лян (401–439 р.), династія Північна Вей (439-534 р.), династія Західна Вей (535-556 р.), династія Північна Чжоу (557-581 р.));

– 2-й етап – період від розквіту до занепаду (династія Суй (581–618 р.), династія Тан (618-907 р.), епоха П’яти династій та десяти царств (907-960 р.), династія Північна Сун (960–1127 р.));

– 3-й етап – період запозичень (династія Си Ся (1038-1227 р.), династія Юань (1271-1368 р.)).

Було проаналізовано один і той же канонічний, найбільш важливий, сюжет фрески з Буддою на троні в оточенні бодхісаттв і порівняно його з аналогічною скульптурною композицією, довівши, що відбувався послідовний розвиток від абстрактності і умовності в бік деталізації, антропометричної відповідності і майстерності. Втім, на етапі розквіту відбувається надмірна деталізація і подрібненість сюжету, коли фігура Будди по суті «губиться» серед інших персонажів і деталей. Поступово на тлі політичних (війни) і економічних негараздів відбувається різке зниження рівня майстерності і фрески, і скульптури.

Отже, зроблено висновок про те, що цей основний канонічний сюжет пройшов завершений цикл від примітивізму раннього періоду через формування національного стилю і його подрібнення і потім повна зміна на тибетський стиль частково з місцевими впливами.

Порівняння етапів розвитку фрески і скульптури і періодів появи, розквіту і занепаду різних жанрів стінопису (релігійний буддійський, портретний, пейзажний) засвідчили, що попри те, що політична і економічна ситуація, культурно-мистецькі уподобання та релігійна прихильність правителів однаково впливали на активізацію розвитку або занепад мистецтва, етапи розвитку стінопису і скульптури співпадають не завжди. Так само, було проаналізовано період появи і поширення різних сюжетів і доведено, що канонічні буддійські зображення також зазнавали суттєвих змін, породжуючи нові і нові композиції (наприклад, поява в епоху Тан композиції «Будда в нірвані» з гігантською фігурою Будди, або поширення скульптур багаторукої Гуань інь в добу Юань).

Це відкриває нові напрями досліджень і практичних заходів щодо охорони і реставрації стінопису і фресок Дуньхуана, зокрема:

– проаналізувати зарубіжний досвід реставрації фресок і його можливості використання для збереження і реставрації фресок Дуньхуана;

– скласти аналітичні таблиці за принципом визначальних ознак і проаналізувати один і той самий сюжет в стінописі і скульптурі на різних періодах з метою визначення конкретних змін в композиції, колористиці, деталізації, зображенні облич, тощо.

Список джерел

1. Міжнародна хартія з охорони й реставрації нерухомих пам'яток і визначних місць (Венеціанська хартія). База даних «Законодавство України» /

Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_757#Text (дата звернення: 01.10.2023).

2. Benli L., Wanyue P., Haidong L., Jianjun Q. Increase of moisture content in Mogao Grottoes from artificial sources based on numerical simulations. *Journal of Cultural Heritage.* Vol. 45, 2020. P. 135-141. DOI:10.1016/j.culher.2020.05.004

3. Orlenko M., Ivashko Y. The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*. Vol. XXI. 2019. P. 171-190. DOI:10.26485/AI/2022/24/16

4. Orlenko M., Ivashko Y., Dyomin M., Dmytrenko A., Chang P. Rational and aestetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities. *International Journal of Conservation Science*, Vol. 11, Issue 2, 2020. P. 499-512.

5. Pujia L. Cultural heritage and territory. Architectural tools for a sustainable conservation of cultural landscape, *International Journal of Conservation Science.* Vol. 7, Issue 1, 2016. P. 213-218.

6. Spiridon P., Sandu I. Muselife of the life of public. *International Journal of Conservation Science.* Vol. 7, Issue 1, 2016, P. 87-92.

7. Spiridon P., Sandu I., Stratulat L. The conscious deterioration and degradation of the cultural heritage. *International Journal of Conservation Science*. Vol. 8, Issue 1, 2017, P. 81-88.

8.《敦煌壁画艺术继承与创新国际学术讨论会文集》，上海：上海辞书出版社，2008年，719页。

9. 段文杰：《敦煌研究文集》，兰州：甘肃人民出版社，1982年第26页。

Wang Shiru, D.Sc., Professor **Ivashko Yulia,**
Kyiv National University of Construction and Architecture.

GENESIS OF THE VISUAL CONCEPT OF CAVES INTERIORS OF THE DUNHUANG TEMPLE COMPLEX (4TH – 14TH CENTURIES)

The cave temple complex of Dunhuang is a unique example of a large-scale synthesis of arts in the interiors of sanctuaries of the 4th – 114th centuries. The article systematizes the scientific source base, the materials of the graduate student's own field studies, and on their basis, the periodization of wall paintings and sculptures is analyzed and the peculiarities of the genesis of the figurative concept, methods of artistic expression, common plots, etc. are determined.

The innovation of the presented research consists in summing up the evidence base for known theses. This is traced by various defining features, which are specific plots in different periods, compositional structure, polychromy, methods of detailing.

Using the example of the wall painting with Buddha, the well-known chronology of the three stages of the development of the wall painting is visually argued and detailed:

– 1st stage – period of development (Northern Liang Dynasty (401-439), Northern Wei Dynasty (439-534), Western Wei Dynasty (535-556), Northern Zhou Dynasty (557-581));

– 2nd stage – the period from prosperity to decline (Sui dynasty (581-618), Tang dynasty (618-907), Five Dynasties and Ten Kingdoms (907-960), the Northern Song dynasty (960–1127);

– 3rd stage – period of borrowings (Xi Xia dynasty (1038-1227), Yuan dynasty (1271-1368).

A comparison of the stages of the development of frescoes and sculptures and the periods of the appearance, flourishing and decline of various genres of wall painting (religious Buddhist, portrait, landscape) showed that despite the fact that the political and economic situation, the cultural and artistic preferences and religious commitment of the rulers equally influenced the activation of the development or the decline of art, the stages of development of mural painting and sculpture do not always coincide. In the same way, the period of the appearance and spread of various subjects was analyzed and it was proved that the canonical Buddhist images also underwent significant changes, giving rise to new and new compositions (for example, the appearance in the Tang era of the composition "Buddha in Nirvana" with a giant figure of the Buddha, or the spread of sculptures of a multi-armed Guanyin in the Yuan era).

Keywords: Dunhuang Caves; genesis; visual concept; interiors; wall painting; sculpture.

REFERENCES

1. International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter) [Mizhnarodna khartiia z okhorony ta restavratsii nerukhomykh pamiatok I vyznachnykh mists (Venetsianska khartiia)] Database "Zakonodavstvo Ukrainy" / Verkhovna Rada Ukrainy. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_757#Text (accessed: 01.10.2023). {In Ukrainian}

2. Benli L., Wanyue P., Haidong L., Jianjun Q. (2020). Increase of moisture content in Mogao Grottoes from artificial sources based on numerical simulations. *Journal of Cultural Heritage, 45,* 135-141. DOI:10.1016/j.culher.2020.05.004 {In English}

3. Orlenko M., Ivashko Y. (2019). The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, *XXI,* 171-190. DOI:10.26485/AI/2022/24/16. {In English}

4. Orlenko M., Ivashko Y., Dyomin M., Dmytrenko A., Chang P. (2020). Rational and aestetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities. *International Journal of Conservation Science*, *11*(2), 499-512. {In English}

5. Pujia L. (2016). Cultural heritage and territory. Architectural tools for a sustainable conservation of cultural landscape, *International Journal of Conservation Science, 7* (1), 213-218. {In English}

6. Spiridon P., Sandu I. (2016). Muselife of the life of public. *International Journal of Conservation Science, 7* (1), 87-92. {In English}

7. Spiridon P., Sandu I., Stratulat L. (2017). The conscious deterioration and degradation of the cultural heritage. *International Journal of Conservation Science*, *8* (1), 81-88. {In English}

8. Proceedings of the International Symposium on the Inheritance and Innovation of Dunhuang Wall Art, Shanghai: Shanghai Dictionary Publishing House, 2008.
《敦煌壁画艺术继承与创新国际学术讨论会文集》上海：上海辞书出版社，2008年，719页。{In Chinese}

9. Duan W. (1982). Dunhuang Research Anthology, Lanzhou: Gansu People's Publishing House.
段文杰：《敦煌研究文集》，兰州：甘肃人民出版社，1982年第26页。{In Chinese}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.12-20
УДК 73.01.09

Гребенюк І.В.,
i.grebeniuk80@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1562-9464,
ЗВО «Університет Короля Данила», м. Івано-Франківськ

ВІЗУАЛЬНА ІНТЕГРАЦІЯ СКУЛЬПТУРИ У ФОРМУВАННІ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ

Розглядаються питання феномену сучасної скульптури та її вплив на формування міського простору. Сучасна скульптура, створюючи нові й модифікуючи наявні культурно-символічні образи населених пунктів, відіграє надзвичайно важливу роль у створенні ефекту автентичності урбаністичного простору, підсилює його культурний, мистецький та історичний сенс, є своєрідним ефективним засобом актуалізації культурної пам'яті. Саме мала міська скульптура покликана створити або підкреслити неповторність і своєрідність кожного конкретного місця, призначена будити уяву й емоції. Адже саме через неї можливий зв'язок архітектури з образотворчим мистецтвом, яке естетизує оточення й життя людини, звертаючись до його почуттів і мислення одночасно, вносить різноманітність і гармонію, такі необхідні людині.

Ключові слова: мистецтво; скульптура; суспільний простір; образ міста, просторова концепція.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку міст важливого значення набуває підвищення художньої виразності та неповторності міського простору. Технічний і науковий прогрес, який зумовив високі будівельні темпи, збільшення територій міст, виявився у втраті гармонії, знеособленням життєвого простору для людини. Сучасне місто найбільшою мірою відображає соціокультурні процеси, що протікають у суспільстві держави й відтворює головні етапи, які вплинули на зміну стереотипів культурологічного світосприйняття. Тому в них часто простежуються нові тенденції й стилістичні напрями, притаманні певному, досить короткому історичному проміжку.

Розвиток міста виражається не тільки у фізичних змінах простору, але й через продукування та зміну символів і образів, асоціацій і наративів. Сьогодні зміни відбуваються швидкими темпами внаслідок процесів глобалізації та інформатизації, які зумовили розвиток мультикультуралізму, що проникає у міський простір перш за все через міграції населення та розвиток засобів комунікації.

Незважаючи на те, сучасна скульптура в Україні є відносно молодим

мистецтвом, вона неодноразово зазнавала зміни естетичних поглядів, пов'язаних із швидкою трансформацією соціального, культурного й політичного розвитку країни. Сучасна українська скульптура оновлюється не лише за законами внутрішньої логіки класичного образотворчого мистецтва, а й інспірується зовнішніми тектонічними факторами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна скульптура як складний мистецький феномен має значний дослідницький потенціал, що привертає увагу дослідників різних галузей знань (культурологія, історія, архітектура та ін.) і потребує фахового наукового опрацювання. Стрімкі урбанізаційні процеси і загальна демократизація українського суспільства вплинула на розвиток архітектури в цілому і на скульптуру зокрема. Для активного діалогу із соціумом сучасні скульптурні твори встановлюються у відкритому архітектурному просторі, що дає змогу суспільству переосмислювати традиційні форми та формувати нові концепції сприйняття. Частину матеріалів знаходимо у працях М. Габреля, М. Косьмія, присвячених проблемам архітектурного простору, зокрема характер будь-якого простору (зона, територія, місце, регіон), де його складники (кордони, об'єкти) мають суспільне походження, при цьому на фізичний простір проєктується принцип розподілу й співвіднесення соціальних позицій.

Дослідження окремих аспектів розвитку міського середовища зустрічаємо в працях М. Дьоміна, В. Тімохіна, О. Михайлишин, та ін. Істотний внесок у дослідження категорії ідентичності в українській теорії архітектури як її нового напряму зробили Б. Черкес , Я. Юрик.

Мета статті полягає у виявленні особливостей трансформації сучасної української скульптури, з'ясуванні її впливу на сучасне довкілля та суспільний розвиток образу міста.

Основна частина. Український суспільний простір – це середовище, у якому діє система ідей, цінностей, ідеалів, міфів, стереотипів, образів, котрі впливають на свідомість людей і тим самим визначають напрям розвитку нації та держави. Цей складний духовно-ціннісний комплекс формується взаємодією систем освіти, вихованням, культурою, наукою та засобами масової інформації. У сучасному українському просторі функціонує історична пам'ять, розгортаються конкуруючі ідеології, які змагаються за вплив на суспільну свідомість населення країни. Тому потрібно не лише послідовно й цілеспрямовано розбудовувати власний суспільний простір, а і його захищати для забезпечення національної безпеки, суверенітету й територіальної цілісності країни. Життя і окремої людини, і певної людської спільноти неможливо уявити поза просторово-часовим виміром, який є онтологічною засадою існування будь-якого фізичного об'єкта. Просторове розташування й

переміщення характеризують статичний і динамічний аспекти буття будь-яких об'єктів, у тому числі й соціальних. Так, І. Закутинська, Р. Сливка наголошують, що поняття простору є одним з найбільш фундаментальних в онтології людського мислення; його усвідомлення органічно притаманне нам, по-перше, у єдності з категорією часу, як хронотоп, просторово-часовий континуум, а по-друге, як такий, що охоплює і включає у реальність людей [7].

Громадський простір міст – це нашарування різноманітних ідентичностей, де у строкатому палімпсеті «просвічують» колишні і створюють разом з новими ідентичностями дивовижний, часом суперечливий конгломерат просторів, будівель, пам'ятників, символів і функцій.

Культурні, національні, політичні цінності, які сповідує суспільство на певному часовому етапі розвитку, впливають на трансформацію архітектурному образу міста та відображаються у різних формах колективних ідентичностей. Архітектурне і містобудівне трактування ідентичності корелюється із відповідними політичними і соціальними процесами у суспільстві, але має циклічний і аналогічний характер [8]. У архітектурі відображаються державні, національні, етнічні, релігійні, глобальні, локальні та індивідуальні ідентичності [9].

Образ міста творить насамперед життя духовне, наукове, формуючи його культурно-мистецький та інтелектуальний стани, певний рівень якості соціального виміру – прагнень і потреб мешканців, культуру й мистецтво, свідомість і мову.

Для жителів сучасного міста, міським простором є територія їх проживання та життєдіяльності, і в більшості випадків вона обмежується тільки тим набором функціональних ознак, яким користується окрема людина. Насправді просторова структура міста – це складне і багатогранне утворення [1].

Серед сучасників, найбільший інтерес викликає пошук оптимальної структурної моделі формування та розвитку простору міст. Це дозволяє включити в просторову організацію міста концепт «свободи», яка важлива для пересічного жителя міста, який на власний розсуд надає пріоритети стосовно заходів із забезпечення природнього середовища, організації транспортної системи, інженерних та виробничих комунікацій [1].

Результати вивчення комплексу малих споруд міста в проектах і в середовищі приводять до можливості поділу їх за призначенням і містобудівними якостями на шість основних груп:

1) монументальні твори архітектури і скульптури;

2) декоративні форми міста;

3) малі архітектурні споруди з інтер'єром;

4) елементи міського устаткування;

5) засоби зорової інформації;

6) малі інженерно-архітектурні споруди.

Створена для урізноманітнення й збалансування міського середовища, вона, з іншого боку, цілком здатна й уніфікувати, спотворити його, як правило, у тому разі, коли не дотримано відчуття міри. Бажано, щоб в архітектурі малих форм і в інших елементах благоустрою відбивалися народні традиції. Творче вирішення малих форм архітектури повинно базуватися на раціональній уніфікації елементів, їх конструктивних вузлів і деталей, щоб зробити їх більш економічними [6].

Мала міська скульптура здатна перетворити звичайний простір або ж підсилити існуючі переваги й розставити акценти в насиченому історичному центрі. У гіршому разі вона може стати справжнім подразником, прикладом поганого смаку й неграмотності.

Порівнюючи ситуацію в міській скульптурі, що склалася нині з радянським часом, очевидним буде різке збільшення бронзових і кам'яних композицій, з одного боку, а з іншого, – зниження професійних критеріїв, що призводить до деградації цього виду мистецтва. В ідеалі мала міська скульптура покликана створити або підкреслити неповторність і своєрідність кожного конкретного місця, призначена будити уяву й емоції. Адже саме через неї можливий зв'язок архітектури з образотворчим мистецтвом, яке естетизує оточення й життя людини, звертаючись до його почуттів і мислення одночасно, вносить різноманітність і гармонію, такі необхідні людині.

Витвори пластичного мистецтва часто стають основними компонентами міського простору (різного роду скульптура, декоративні об'єми, стели). Досить важливим є правильний вибір, стилістичні ознаки та співрозмірність до місцевого ландшафту скульптури разом з іншими об'єктами. У містах Західної України довгий час була поширена переважно монументальна скульптура. Сьогодні ж разом зі зміною ставлення до навколишнього середовища трансформуються й художні пріоритети. Міста з особливим інтересом збагачують свій простір пленерними скульптурними групами нового характеру та значення. У місті Івано-Франківську щороку проводиться свято ковальства, де поряд з іншими роботами створюють малу скульптуру, яку згодом розміщують у парках чи скверах міста. Це є гарним прикладом створення гармонійного предметно-просторового середовища.

Чи не найцікавішою частиною останніх подій є пленер «Позитив» – створення ковалями невеликих скульптур, що розкривають вічні теми щастя, добра, радості, кохання тощо. Такі оригінальні декоративні скульптури є подарунком учасників фестивалю – ковалів з різних країн світу – Івано-

Франківську до дня його народження. Доповнення урбаністичного середовища кованою металопластикою стало, на нашу думку, гарною традицією, яка давно практикується у визначних ковальських осередках Європи [5].

Таким чином ковані твори, ставши постійними експонатами міста, а з часом – його своєрідною візитівкою, також є естетичним акцентом міських скверів, вулиць та площ. Від заснування фестивалю вже назбирався чималий творчий доробок. Місто прикрашають композиції «Букет майстрів» (2006), «Великоднє сонце» (2007), «Дерево щастя» (2008), «У рамках ковальських традицій» (2009), «Круговерть ковальських міст» (2010), «Арка міського права» (2011), Пам'ятний знак першій українській церкві Станіславова (2012), елементи для «Мосту закоханих» (2013), «Хрест єднання» (2014), «Гніздо Всесвіту» (2015), Брама ковальських міст Європи (2016), «Часодійна вежа» (2017) (проект не реалізовано), «Мої птахи» (2018), «Якорі» (2019). Першою ковальською скульптурною композицією фестивалю став «Букет майстрів» (2006) (рис. 1).

Рис. 1. «Букет Майстрів» Івано-Франківськ вулиця Незалежності

У цій роботі ковалі застосовують прийоми, максимально наближені до традицій українського ковальства. Насамперед, це проколювання всіх деталей композиції вручну методом гарячого та холодного кування. Проте стилізація образу в скульптурі, композиційна врівноваженість і чистота виконання свідчать про знання всіх тонкощів сучасного ковальського мистецтва. Сьогодні

«Букет майстрів» прикрашає головний корпус Медичного університету, що на центральній вулиці Івано-Франківська.

Ще одна триметрова композиція «Дерево щастя» (2008) (рис. 2), встановлена на івано-франківській «стометрівці», виконана з масивних пластин металу, розрізаних на смуги і стилізованих під гілки дерева. Масивний стовбур гармоніює з легкістю й ажурністю верхньої частини скульптури.

Рис 2. «Дерево щастя» Івано-Франківськ вулиця Незалежності

Тут поєднання архітектури разом із скульптурою створює неповторну атмосферу, у якій мешканці мають можливість відпочити чи провести вільний час з дітьми. Парки й сквери, пішохідні вулиці та майдани – усі вони активно наповнюються й декоруються скульптурними витворами. Невелика пластична форма, як відомо, приваблює своєю співрозмірністю людині: змушує підійти до неї, торкнутися, сфотографуватися. Вона невід'ємна, а часом і вирішальна частина комунікації міста й людини. Саме скульптури роблять місто зрозумілим, приємним і доступним людині. Мала міська скульптура здатна перетворити звичайний простір або ж підсилити існуючі переваги й розставити акценти в насиченому історичному центрі.

Висновки. Проведене дослідження дозволило поглибити розуміння місця сучасної скульптури у міському просторі. Виявлено особливості тематичного спрямування, зумовленості, розміщення та сприйняття мешканцями інтеграції скульптури громадського простору міста Івано-Франківська.

Аналіз об’єктів сучасної скульптури показав, що в цілому спостерігаються тенденції до децентралізації їх розміщення у міському просторі. Тобто відбувається поширення монументальних об’єктів від центру міст до периферії.

Головним спонукальним мотивом створення нових скульптури є співпадіння інтересів місцевих громад та місцевої влади щодо покращення і оновлення міського простору.

Трансформація міст від індустріальних до постіндустріальних супроводжується розвитком креативного класу, який здатний продукувати нові творчі ідеї, нові послуги, технології облаштування публічних просторів тощо.

Сучасна скульптура впливає на сприйняття мешканцями вже сформованих раніше образів міст та окремих районів, акцентуючи увагу на важливих соціальних питаннях. Кожне покоління залишає в місті свої “сліди”. Ми всі захоплюємося досконалим просторово-пластичним відчуттям зодчих попередніх поколінь, але чомусь украй рідко здатні зберегти й продовжити первісну гармонію задуму.

Список джерел:

1. Косьмій М.М. Нематеріальне в архітектурі та просторі міст: монографія. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М., 2022. 364 с.
2. Косьмій М.М., Габрель М.М. Емоційна складова у формуванні образу міста. Науковий вісник будівництва: Наук.–техн. збірник / Відпов. Ред. В. П. Сопов. Харків, ХНУБА, Вип. 4 /98, 2019. С. 73–86.
3. Косьмій М.М., Габрель М.М. Нематеріальні чинники та якісні характеристики у формуванні просторових структур міста. Історичний контекст. Архітектурний вісник КНУБА: Наук.–вироб. Збірник / Відповід. ред. П. М. Куліков К.: КНУБА, 2019. Вип. 17–18. С. 300–319.
4. Ляска В. Планувальна структура Галича XI–XIII ст.: історія досліджень. Матеріали і дослідження з археології Прикарпаття і Волині. Львів, 2008. Вип. 12. С. 467-476.
5. Матоліч І.Я. Тенденції розвитку ковальського мистецтва (за підсумками міжнародного фестивалю "Свято ковалів", м. Івано-Франківськ). Art and Design. 2020. № 2. С. 73-82.
6. Свідерський В.М. Малі архітектурні форми. 2-ге вид., переробл. та доповн. Київ : Будівельник, 1976. 63 с.
7. Субурбанізація в просторовому вимірі: Івано-Франківськ і його околиці: монографія. І.І. Закутинська, Р.Р. Сливка. Київ : Логос, 2016. 216 с.
8. Черкес Б. Національна ідентичність в архітектурі міста: монографія. Львів: Вид-во нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2008. 268 с.

9. Юрик Я.М. Вплив ідентичності на формування архітектури Львова у XX ст. : дис. … канд. арх.: 18.00.01. Львів, 2012. 395 с.

10. Kosmii M. The Relationship between the spatial structure of the city and the culture of the city resident. European Journal of Technical and Natural Sciences, № 5-6 2020. 3-6. P. 3-5. DOI: https://doi.org/10.29013/EJTNS-20-5.6-3-5.

Grebeniuk Ivan,
Higher Educational Institution «King Danylo University», Ivano-Frankivsk

VISUAL INTEGRATION OF SCULPTURE IN FORMING THE IMAGE OF THE CITY

This work examines the issue of the phenomenon of modern sculpture and its influence on the formation of urban space. It has been established that Ukrainian sculpture is a young art that has undergone changes of generations and aesthetic views. Modern sculpture, creating new and modifying existing cultural and symbolic images of settlements, plays an extremely important role in creating the effect of authenticity of urban space, strengthens its cultural, artistic and historical meaning, is a kind of effective means of actualizing cultural memory. It is renewed not only according to the laws of the internal logic of classical fine art, but also inspired by external tectonic factors.

The image of the city creates, first of all, spiritual and scientific life, forming its cultural, artistic and intellectual states, a certain level of quality of the social dimension - aspirations and needs of residents, culture and art, consciousness and language.

It is small urban sculpture designed to create or emphasize the uniqueness and originality of each specific place, designed to awaken imagination and emotions. After all, it is precisely through it that the connection between architecture and fine art is possible, which aestheticizes the environment and life of a person, appealing to his feelings and thinking at the same time, brings variety and harmony, which are so necessary for a person.

As you know, a small plastic form attracts a person with its proportionality: it makes you want to approach it, touch it, take a picture. It is an integral and sometimes decisive part of the communication between the city and the person. It is the sculptures that make the city understandable, pleasant and accessible to people. A small urban sculpture can transform an ordinary space or strengthen existing advantages and place accents in a saturated historical center.

Key words: art; sculpture; public space; image of the city; spatial concept.

REFERENCES

1. Kosmii M.M. (2022) Nematerialne v arkhitekturi ta prostori mist [Intangible in architecture and urban space]: monohrafiia. Ivano-Frankivsk: Vydavets Kushnir H.M., 364 s. – {in Ukrainian}.

2. Kosmii M.M., Habrel M.M. (2019) Emotsiina skladova u formuvanni obrazu mista [An emotional component in the formation of the image of the city] Naukovyi visnyk budivnytstva: Nauk.–tekhn. zbirnyk / Vidpov. Red. V. P. Sopov. Kharkiv, KhNUBA, Vyp. 4 /98,. S. 73–86. – {in Ukrainian}.

3. Kosmii M.M., Habrel M.M. (2019) Nematerialni chynnyky ta yakisni kharakterystyky u formuvanni prostorovykh struktur mista [Intangible factors and qualitative characteristics in the formation of spatial structures of the city] Istorychnyi kontekst. Arkhitekturnyi visnyk KNUBA: Nauk.–vyrob. Zbirnyk / Vidpovid. red. P. M. Kulikov K.: KNUBA,. Vyp. 17–18. S. 300–319. – {in Ukrainian}.

4. Liaska V. (2008) Planuvalna struktura Halycha KhI–KhIII st.: istoriia doslidzhen. [The planning structure of Halych of the 11th–13th centuries] Materialy i doslidzhennia z arkheolohii Prykarpattia i Volyni. Lviv,. Vyp. 12. S. 467-476. – {in Ukrainian}.

5. Matolich I.Ya. (2020) Tendentsii rozvytku kovalskoho mystetstva [Trends in the development of blacksmithing art] (za pidsumkamy mizhnarodnoho festyvaliu "Sviato kovaliv", m. Ivano-Frankivsk). Art and Design. № 2. S. 73-82. – {in Ukrainian}.

6. Sviderskyi V.M. (1976) Mali arkhitekturni formy [Small architectural forms] 2-he vyd., pererobl. ta dopovn. Kyiv : Budivelnyk, 63 s. – {in Ukrainian}.

7. Suburbanizatsiia v prostorovomu vymiri: Ivano-Frankivsk i yoho okolytsi [Suburbanization in the spatial dimension: Ivano-Frankivsk and its surroundings]: monohrafiia. I.I. Zakutynska, R.R. Slyvka (2016). Kyiv : Lohos,. 216 s. – {in Ukrainian}.

8. Cherkes B. (2008) Natsionalna identychnist v arkhitekturi mista [National identity in city architecture] : monohrafiia. Lviv: Vyd-vo nats. un-tu “Lvivska politekhnika”,. 268 s. – {in Ukrainian}.

9. Iuryk Ya.M. (2012) Vplyv identychnosti na formuvannia arkhitektury Lvova u XX st. [The influence of identity on the formation of the architecture of Lviv in the 20th century]: dys. … kand. arkh.: 18.00.01. Lviv,. 395 s. – {in Ukrainian}.

10. Kosmii M. (2020) The Relationship between the spatial structure of the city and the culture of the city resident. European Journal of Technical and Natural Sciences, № 5-6. 3-6. P. 3-5. DOI:https://doi.org/10.29013/EJTNS-20-5.6-3-5. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.21-32
УДК 72.01
доктор архітектури, доцент **Данилов С.М.**,
serhii.danylov@kname.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7647-4665,
доктор архітектури, професор **Чечельницький С.Г.**,
Serhii.Chechelnytskyi@kname.edu.ua, ORCID: 0009-0002-0247-9054,
Національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

СТІЙКА АРХІТЕКТУРА – ПРОТИРІЧЧЯ ТА КОНФЛІКТИ

Розглядаються проблеми стійкої архітектури крізь призму створення архітектурних будівель та міського середовища, які забезпечують екологічну, економічну та соціокультурну стійкість. Для того, щоб зрозуміти складність і природу сталості архітектури, її слід розглядати як фрагмент загальної відкритої динамічної системи міста. При цьому всі складові такої системи пов'язані між собою загальною динамікою функціонування і часто розвиваються в умовах внутрішніх системних протиріч. Під внутрішньосистемними протиріччями міста як відкритої динамічної системи слід розуміти ситуацію, коли спроби будь-якого елемента системи досягти умов оптимального функціонування обмежені або придушені іншими елементами системи. Архітектура, як штучне середовище, в якому виникають ці системні протиріччя, змушена гнучко реагувати на них. Метою даної роботи є виявлення системних суперечностей, що виникають у процесі функціонування архітектурної складової міста як відкритої динамічної системи, та узагальнення цих суперечностей.

Ключові слова: стабільність; архітектура; система; суспільство; протиріччя.

Постановка проблеми.

Нестабільність архітектурної складової як частини динамічної системи міста та прилеглого регіону проявляється в різних критичних ситуаціях та проблемах, які можуть бути спровоковані як внутрішніми, так і зовнішніми факторами [1]. Ці критичні ситуації відіграють значну роль у зміні стану екологічних, соціальних та економічних систем, тому їх аналіз є таким важливим.

У традиційній науці виділяють наступні ключові аспекти, що характеризують місто як штучно сформовану відкриту динамічну систему:

- Складність і розгалуженість системи: місто складається з багатьох елементів, таких як будівлі, дороги, парки, транспортна система, люди,

підприємства, інфраструктура та інші. Усі ці компоненти взаємодіють один з одним, або підсилюючи, або обмежуючи розвиток один одного [2].

- Процеси функціонування: У місті існує багато потоків і процесів, таких як рух людей і дорожній рух, енергопостачання, водопостачання, освіта, робочі місця, комунікації тощо.

- Взаємодія з навколишнім середовищем: місто взаємодіє з природним середовищем, включаючи клімат, ресурси, екосистеми та біорізноманіття. Цей вплив може бути як позитивним, так і негативним [3].

- Адаптивність: Місто динамічне і постійно змінюється у відповідь на різні фактори, такі як зростання населення, зміни в економіці, соціокультурні зміни та технологічні інновації.

- Керованість: Управління містом як системою передбачає комплексний та системний підхід до управління всім міським середовищем та інфраструктурою. Такий підхід включає в себе наступні компоненти: аналіз і розуміння міської системи, включаючи її компоненти, процеси і взаємозв'язки; розробка чітких цілей та стратегій для міста з урахуванням потреб та пріоритетів його мешканців, а також сталості та інноваційності; залучення до управлінських процесів територіальних громад; активне використання управлінських інновацій; Антикризове управління.

У ході дослідження виявлено сукупність найбільш поширених суперечностей, що виникають у процесі розробки та реалізації сталих архітектурних рішень, серед яких виділено такі групи:

1. Конфлікти між витратами і прибутковістю поточних проектів. Одним із головних конфліктів є те, що створення стійких будівель та інфраструктури потребує додаткових значних витрат, що часто викликає спротив з боку інвесторів та забудовників.

2. Екологія та розвиток: Підвищення екологічних стандартів та вимог до сталого розвитку може призвести до конфліктів із потребами міського розвитку та зростання. Наприклад, виділяють такі групи конфліктів, як: Землекористування та забудова. Міське будівництво та розширення може вимагати великої кількості землі та ресурсів, що може призвести до руйнування природних екосистем, втрати біорізноманіття та порушення екологічної стійкості; Забруднення та екологічні ризики: економічне зростання та індустріалізація можуть збільшити викиди та відходи; Урбанізація та споживання ресурсів: Зростання населення та урбанізація вимагають великих ресурсів, таких як енергія, вода та їжа. Їх надмірне споживання може призвести до погіршення стану навколишнього середовища та виснаження ресурсів; Якість життя та доступ до природи: Рівень комфорту та якості життя в містах залежить від наявності зелених зон та природних ресурсів. Відсутність доступу

до природних територій може погіршити якість життя та добробут міських жителів; Міська мобільність і транспорт: Міська мобільність може спричинити проблеми із забрудненням повітря, заторами та інфраструктурою, що може суперечити екологічним цілям [4].

3. Інновації та традиції: Спроби впровадити нові стійкі технології та матеріали можуть наштовхнутися на опір з боку традиційних методів будівництва та дизайну, що може спричинити конфлікт між сучасністю та культурними цінностями.

4. Доступність і справедливість: Розробка стійких архітектурних рішень повинна враховувати потреби всіх соціальних верств.

5. Попит і доступність ресурсів: конкуренція за доступ до обмежених ресурсів, таких як земля, вода та енергія, що може призвести до конфліктів.

6. Якість і життєвий цикл будівель: Рішення, спрямовані на підвищення екологічності, іноді можуть погіршити якість і термін служби будівель. Наприклад, деякі стійкі матеріали можуть бути менш міцними.

Виявлені комплекси суперечностей, що виникають у процесах функціонування архітектурної складової міст, формують актуальність даного дослідження. У цьому ключі слід розглядати два основні аспекти як можливі атрактори, що формують стійкість архітектури. Перш за все, кожен конфлікт є стимулом для інноваційного розвитку архітектури. Другий аспект полягає в тому, що невирішені конфлікти можуть перерости в кризу, а згодом і в можливий передкатастрофічний стан. З цієї причини для нас так важливо вивчати механізми і принципи формування конфліктів і суперечностей в процесах функціонування архітектурної складової міст як відкритих динамічних систем.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Дане дослідження базується на методі контент-аналізу наукометричної бази даних Scopus, в якій проведено великий відбір публікацій за такими ключовими словами: сталий розвиток, кризи, системна динаміка, Smart City, урбаністика, стійка архітектура, зелена архітектура та зелене місто. Континуум статей поділяється на кілька ключових груп, серед яких:

Сталий розвиток. У цій групі обговорюється концепція Тан Ігітканлар [5], що пропонують методи досягнення цілей екологічної та соціальної стійкості на основі їх інтеграції з економічними цілями міського розвитку. Д. Крайнц розробляє комплексну модель отримання зведеного індексу сталості з метою відстеження інформації про зміну економічних, екологічних та соціальних показників у часі. [6].

Еко-місто. [7] Запропоновано розглядати концепцію сталого урбанізму як інструмент покращення екологічного стану довкілля. М. Йонг зібрав і

синтезував багато публікацій, присвячених розумінню багатьох концепцій створення розумних, стійких, низьковуглецевих та екологічних міст, які сприяють стійкій урбанізації. Особливий інтерес для цього дослідження представляє стаття К.С. Холлінга Стійкість і стабільність екологічних систем [8].

Розумне місто. Велика кількість виявлених публікацій продемонструвала стрімке зростання інтересу до цієї теми. Серед них можна виділити наступні: П. Нейротті узагальнює деякі тенденції розвитку розумних міст [9]. А. Занелла розглядає проблеми розвитку розумного міста в аспектах впровадження технологій Інтернету речей [10]. Подібну тенденцію досліджує Д. В. Гібсон [11].

Мета та завдання.

На основі наведених даних ми сформували мету дослідження: формування сукупності уявлень про механізми та принципи виникнення системних конфліктів та суперечностей у процесах функціонування архітектурної складової міст як відкритих динамічних систем.

Цілі дослідження, відповідно, сформульовані таким чином: зібрати першоджерела (переважно публікації) за темою дослідження за період з 2019 по 2023 роки; на основі методів контент-аналізу узагальнити та систематизувати континуум обраних матеріалів; сформулювати основну гіпотезу дослідження; уточнити методи аналізу конфліктів і суперечностей, що виникають у системі міста в процесах функціонування його архітектурної складової; розробити методику виявлення та узагальнення даних про можливі системні конфлікти та протиріччя.

Методи дослідження.

Дослідження проблем функціонування міста як динамічної системи багато в чому базуються на методах системної динаміки Форрестера, і особливо на його роботі «Міська динаміка» [12]. Автор методу використовував цю комп'ютерну модель для моделювання та аналізу складної динаміки міських систем, включаючи зростання населення, житло, транспорт, економічний розвиток та різні інші фактори. Подальший розвиток методу здійснив Донелла Медоуз в його роботах, присвячених визначенню перерозподілу людського росту [13]

Важливу роль у цьому дослідженні відіграє також теорія катастроф [14] як галузь, що вивчає та класифікує явища, що характеризуються раптовими змінами поведінки внаслідок невеликих змін обставин, аналізуючи, як якісна природа розв'язків рівнянь залежить від параметрів, які фігурують у рівнянні.

У роботі використано методи аналізу великих масивів даних, розроблені на кафедрі інноваційних технологій у проектуванні архітектурного середовища

Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова [15]. Методи, що використовуються, є частиною побудови "Програмного комплексу моделювання міста як динамічної системи" [16] і полягають в автоматизованій побудові графіків динаміки функціонування об'єктів/елементів/фрагментів міської системи на основі статистичні дані (основні темпи зростання). Автоматизоване порівняння піків і западин графіків дає можливість виявити елементи або групи взаємопов'язаних елементів, динаміка яких або збігаються, що свідчить про їх взаємну позитивну залежність, або знаходяться в протилежній фазі, що вказує на явні або приховані протиріччя.

Результати дослідження.

Найбільш загальне визначення терміна "стійкість" було дано в доповіді Гро Гарлем Брюнланд на Всесвітній комісії з навколишнього середовища та розвитку у 1987 році: "стійкість - це можливість справжнього покоління задовольняти свої потреби без обмеження можливості майбутніх поколінь задовольняти їхні потреби" [17].

Найбільш загальне визначення терміна "стійкість" було дано Найвірнішим, на наш погляд, розумінням стійкості з точки зору аналізу міста як динамічної системи, представляється наступне визначення: Стійкість - це такий стан динамічної рівноваги в часі, при якому збурює вплив зовнішнього середовища або Системи вищого рівня поглинається механізмом саморегулювання даної системи і в кінцевому підсумку дозволяє зберігати значні якісні характеристики системи в заданих межах.

З теорії синергетики відомо, що конфлікти забезпечують розвиток, водночас будучи загрозою для існування. Баланс потреб та його реалізації визначає стійкість системи. Подібна стійкість можлива виключно за наявності прямих та зворотних зв’язків між усіма компонентами системи. Чим більше компонентів, тим різкішими є конфлікти між ними. При певному наростанні кількості даних система прагне саморуйнування, переходячи зі статичного стану на стан некерованого хаосу. Саморегуляція системи у бік порядку можлива лише за можливості безлічі невдалих спроб і відбору з найбільш стійких варіантів. За відсутності регуляторів у певний момент, під вантажем конфліктів, система прагне спрощення і деградації до певного стійкішого стану.

Саме у якості розробки такого регулятора авторами статті розроблено модельний комплекс аналізу міста як динамічної системи, який складається з інформаційно-накопичувальної моделі міста й когнітивно-дослідницької матриці виявлення та аналізу проблем міста. Імітаційна когнітивно-дослідницька матриця аналізу та керування масивами даних про місто будується на вперше розроблених принципах мультидисциплінарного

дослідження міста як динамічної системи. Інформаційно-накопичувальна модель міста як динамічної системи будуватися методах керування великими масивами даних, адаптованих для архітектурної спеціальності; методах кластеризації архітектурно-будівельної інформації та принципах виявлення параметричних зв'язків між динамічними процесами виявлених кластерів.

Автори статті провели масштабний експеримент з перевірки працездатності методів формування одного з модулів вказаного програмного комплексу (когнітивно-дослідницької матриці виявлення та аналізу проблем міста) на прикладі аналізу принципів функціонування житлового району «Нові будинки» в Харкові. [18]. Одним з аспектів роботи була апробація принципів виявлення системних конфліктів і протиріч.

Основною проблемою експерименту було моделювання роботи одного з модулів програми – «Когнітивно-дослідницька матриця» без підключення інших модулів. В результаті обсяг оброблюваної інформації значно скоротився, а кількість змодельованих ієрархічних рівнів було обмежено кількома найбільш поширеними послідовностями. Однак отриманих даних виявилося достатньо, щоб підтвердити принципову працездатність методів і сформувати кілька циклів висновків. Одним з аспектів експерименту стало формування «Вузлів проблем». Проблемні вузли означають побудову графоаналітичної двовимірної моделі, що фіксує пари динамічних процесів, що вступають в протиріччя або конфлікти. На макеті також відображаються позитивні та негативні зв'язки ідентифікованих пар з іншими елементами/фрагментами системи. Ці зв'язки відображають процеси поширення виявлених протиріч і конфліктів, або їх ослаблення. Висновки, пов'язані з виявленими конфліктами і протиріччями, пропонуються далі в ієрархічному порядку.

Виявлені протиріччя.

Протиріччя 1.

Область формування суперечностей - соціально-економічна.

Об'єктом протиріччя є застаріле житло. Житловий масив «Нові будинки» почали забудовувати в 1957 році. Більше 80% новобудов забудовані 5-х, 9- і 19-поверховими будинками, проектний термін експлуатації яких закінчився або добігає кінця. Житлова забудова «Нові будинки» в основному складається з наступних типів будинків: П'ятиповерхові будинки («хрущовка»). Вони були побудовані протягом 60-70-х років XX століття. Дев'ятиповерхові і шістнадцятиповерхові великопанельні будинки, побудовані в основному в 80-х роках XX століття.

Опис протиріччя: невідповідність будівель району вимогам природоохоронного та енергетичного національного законодавства. В результаті імплементації європейського законодавства в українське

законодавство норми ресурсоспоживання та екологічні вимоги до будівель і споруд стали більш жорсткими. Наприклад, у 2017 році було прийнято Закон України No 2118-VIII «Про енергетичну ефективність майбутнього» [19], енергоспоживання майже всіх будівель району щонайменше вдвічі перевищує вимоги національного законодавства.

Це протиріччя призвело до розвитку конфлікту 1, описаного нижче.

Конфлікт 1.

Сфера формування конфлікту: соціально-економічна.

Об'єкт конфлікту: мешканці мікрорайону.

Опис конфлікту: практично відсутня динаміка темпів накопичення коштів на реконструкцію житла, яка регулюється низкою національних законів, серед них: Закон України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) житлового фонду для людей похилого віку» [20], Закон України No 417-VIII «Про особливості реалізації Закону майно у багатоквартирному будинку» [21], відповідно до статті 12 цього Закону основними відповідачами за технічний стан житла є його власники. Це означає, що не менше 40% коштів на модернізацію будинків мають збирати мешканці ОСББ. У ході вищезгаданого експерименту було визначено декілька дослідних зразків (стандартів) для реконструкції будівель промислової забудови. Такий підхід дозволив визначити діапазон витрат на реконструкцію м2 житла - 160-320 доларів. США. За даними Держкомстату, на одного харків'янина припадає 23,6 м2 житлової площі. З урахуванням державних програм відшкодування витрат на відбудову це становить приблизно 2 460 доларів. доларів США на домогосподарство. Соціоекспрес-опитування виявило значний потенційний конфлікт за такими аспектами: низький дохід населення; поширена хибна думка про те, що вирішення цього питання повністю лежить на державі; низький рівень соціалізації власників житла; відсутність довіри до органів місцевого самоврядування; Практично повна відсутність волі до вирішення проблеми.

З іншими аспектами виявлених криз і протиріч можна ознайомитися в п'ятому розділі дисертації С.М. Данилова [22].

Висновки.

Таким чином, стійкість і нестабільність, адаптація і дезадаптація однаково необхідні в розвитку будь-якої системи. Абсолютно нестійка система позбавлена здатності до адаптації і швидко руйнується, в той час як надстійка система, пригнічуючи будь-які коливання, зберігає свою структуру і поведінку, не здатна якісно змінюватися, тобто позбавлена можливості розвитку, і її руйнування стає лише питанням часу. Обидва типи систем занурюються в хаос, різниця між ними полягає в часі, необхідному для вибуху ентропії.

Найбільш значущим джерелом процесу розвитку є наступні види протиріч:

- протиріччя між функцією і призначенням системи; напруга між потребами системи в ресурсах і здатністю їх задовольняти;
- протиріччя між величиною, що змінюється, і колишньою якістю (яке набуває максимальної гостроти в області точки біфуркації);
- протиріччя між прагненням системи встановити стабільний стан і засобами його досягнення: останні служать зміні і розвитку системи, неминуче призводять її до стану нестабільності;
- протиріччя між цілями системи і цілями її складових;
- протиріччя між процесами функціонування і розвитку: хоча для того, щоб розвиватися, система повинна функціонувати і не може функціонувати без розвитку, в точці перегину вони вступають в різке протиріччя, так як інтереси розвитку і саме існування системи вимагають зміни її якості, а значить, і розпаду функціональних процесів; а в еволюційний період процеси функціонування гальмують розвиток;
- Протиріччя між функціонуванням і структурою: в еволюційний період процеси функціонування більш пластичні, ніж структура системи, але їх зміна, що здійснюється в інтересах системи, наштовхується на жорсткість незмінної структури; у момент стрибка структура змінюється дуже швидко і функціонування відстає;

Зміна еволюційних і революційних стадій розвитку систем, їх стійкості і нестійкості утворює динамічні цикли в часі. Кожна система має не тільки циклічні процеси, обумовлені своєю природою, але і цикли, продиктовані навколишнім середовищем. Причому «зовнішні» цикли більш стійкі і стабільні, в той час як цикли внутрішнього походження можуть змінюватися під їх впливом в результаті синхронізації - властивостей систем найрізноманітнішого характеру виробляти єдиний ритм співіснування, незважаючи на часом вкрай слабкий взаємозв'язок.

Список використаних джерел

1. Wang H., Xue H., He W., Han Q., Xu T., Gao X., Liu S., Jiang R., Huang M. Spatial-temporal evolution mechanism and dynamic simulation of the urban resilience system of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area in China (2023) Environmental Impact Assessment Review, 104, art. no. 107333. DOI: 10.1016/j.eiar.2023.107333

2. Hong Y., Du H., Deng Z. A framework of Economic-Social-Natural sustainability evaluation based on multidimensional land-use ecological niche theory: Evidence in Shendong CEBs, China (2023) Ecological Indicators, 155, art. no. 110967. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110967

3. Kumar Reddy K.H., Goswami R.S., Sinha Roy D. A futuristic green service computing approach for smart city: A fog layered intelligent service management model for smart transport system (2023) Computer Communications, 212, pp. 151 - 160s. DOI: 10.1016/j.comcom.2023.08.001

4. Han D., Chen L., Wu H., Wang X., Xiao Y., Yang H., Liu S., Xu S., Huang H., Chang M. Evaluation on coupling coordinated development of population economy and eco-geological environment in the twin-city economic circle of Chengdu–Chongqing region (2023) Scientific Reports, 13 (1), art. no. 13459. DOI: 10.1038/s41598-023-40352-w

5. Yigitcanlar, T.; Dur, D.; Dizdaroglu, D. Towards prosperous sustainable cities: A multiscalar urban sustainability assessment approach. Habitat Int. 2015, 45, 36–46. Available online: https://eprints.qut.edu.au/74725/2/74725.pdf

6. Krajnc, D.; Glavic, P. A Model for Integrated Assessment of Sustainable Development. Resour. Conserv. Recycl. 2005, 43, 189–208. Available online: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134490400120X?via%3Dihub

7. Joss, S. Eco-cities and Sustainable Urbanism. In International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd ed.; Wright, J.D., Ed.; Oxford Elsevier: Oxford, UK, 2015; Volume 6, pp. 829–837.

8. Holling, C.S. Resilience and Stability of Ecological Systems. Annu. Rev. Ecol. Syst. 1973, 4, 1–23.

9. Neirotti, P.; De Marco, A.; Cagliano, A.C.; Mangano, G.; Scorrano, F. Current Trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts. Cities 2014, 38, 25–36. Available online: https://www.researchgate.net/publication/260015335_Current_trends_in_Smart_City_ initiatives_Some_stylised_facts

10. Zanella, A.; Bui, N.; Castellani, A. Internet of Things for Smart Cities. IEEE Internet Things J. 2014, 1, 22–32. Available online: http://www.dei.unipd.it/~{}zanella/PAPER/CR_2014/IoTSmartCity2014_CR.pdf

11. Gibson, D.V.; Kozmetsky, G.; Smilor, R.W. The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks; Rowman & Littlefield Publishers: Lanham, MD, USA, 1992.

12. Forrester, Jay W. (1969). Urban Dynamics. Pegasus Communications. ISBN 978-1-883823-39-9.

13. Meadows, Donella H. (1972). Limits to Growth. New York: University books. ISBN 978-0-87663-165-2

14. Zahler, Raphael S.; Sussmann, Hector J. (1977). "Claims and accomplishments of applied catastrophe theory". Nature. 269 (5631): 759–763. doi:10.1038/269759a0

15. Danylov S. Information model of city analysis as a complex dynamic system. (2018) SPACE & FORM NO 33/2018. DOI: 10.21005/pif. 33_2018. B-02. P. 95-106. e-ISSN 2391-7725 | ISSN 1895-3247. http://www.pif.zut.edu.pl/pif-33-2018].

16. Фоменко О.О. Когнітивно-дослідницька матриця виявлення та аналізу проблем міста / О.О. Фоменко, С.М. Данилов // Науковий вісник будівництва. - 2018. - Т. 93, № 3. - С. 89-97. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2018_93_3_14

17. Volker Hauff. Brundtland Report: A 20 Years Update [Електронний ресурс] – режим доступа: http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/ESB07_Keynote_speech_Hauff_07-06-04_02.pdf , своб.–Загл.с экрану.

18. O.O. Fomenko, S.M. Danylov, A.M. Izbash. Problems of Architecture and Professional Development of an Architect beyond "Limits to Growth". IOP Conference Series: Mate-rials Science and Engineering, Volume 907, Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020) 21-22 May 2020, Kharkiv, Ukraine 07.01.2017. DOI 10.1088/1757-899X/907/1/012017

19. Закон України № 2118-VIII Про енергетичну ефективність будівель https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text

20. Закон України 525-V «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду» // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16#Text

21. Закон України № 417-VIII «Про особливості здійснення права власності у багатоквартирному будинку» // https://zakon.rada .gov.ua/laws/show/417-19#Text

22. Данилов С.М. Методологічні основи моделювання міста як динамічної системи: автореф. дис. ... д. арх. : 18.00.01 - Теорія архітектури, реставрація пам'яток архітектури / С.М. Данилов ; Харківський національний університет будівництва та архітектури. — 2019.

Doctor of Architecture, Associate Professor **Danilov Sergey**,
Doctor of Architecture, Professor **Chechelnytskyi Sergey**,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

SUSTAINABLE ARCHITECTURE – CONTRADICTIONS AND CONFLICTS

The problems of sustainable architecture are considered through the prism of creating architectural buildings and urban environments that provide environmental, economic and socio-cultural sustainability. In order to understand the complexity and nature of the permanence of architecture, it should be considered as a fragment of the overall open dynamic system of the city. At the same time, all components of such a system are interconnected by the general dynamics of functioning and often develop in conditions of internal systemic contradictions. The intra-system contradictions of the city as an open dynamic system should be understood as a situation where the attempts of any element of the system to achieve the conditions of optimal functioning are limited or suppressed by other elements of the system. Architecture, as an artificial environment in which these systemic contradictions arise, is forced to respond flexibly to them. The purpose of this work is to identify the systemic

contradictions that arise in the process of functioning of the architectural component of the city as an open dynamic system, and to generalize these contradictions.

In the development of any system, stability and instability, adaptation and maladaptation are equally necessary. An absolutely unstable system is devoid of the ability to adapt and quickly collapses, while an ultra-stable system, suppressing any fluctuations, retains its structure and behavior, is not able to change qualitatively, that is, it is deprived of the possibility of development, and its destruction becomes only a matter of time. Both types of systems descend into chaos, the difference between them being the time it takes for entropy to explode.

The change in the evolutionary and revolutionary stages of the development of systems, their stability and instability forms dynamic cycles in time. Each system has not only cyclical processes due to its nature, but also cycles dictated by the environment. Moreover, the "external" cycles are more stable and stable, while the cycles of internal origin can change under their influence as a result of synchronization - the properties of systems of a diverse nature to produce a single rhythm of coexistence, despite the sometimes extremely weak interconnection.

Keywords: stability; architecture; system; society; contradictions.

REFERENCES

1. Wang H., Xue H., He W., Han Q., Xu T., Gao X., Liu S., Jiang R., Huang M. Spatial-temporal evolution mechanism and dynamic simulation of the urban resilience system of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area in China (2023) Environmental Impact Assessment Review, 104, art. no. 107333. DOI: 10.1016/j.eiar.2023.107333 {in English}

2. Hong Y., Du H., Deng Z. A framework of Economic-Social-Natural sustainability evaluation based on multidimensional land-use ecological niche theory: Evidence in Shendong CEBs, China (2023) Ecological Indicators, 155, art. no. 110967. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110967 {in English}

3. Kumar Reddy K.H., Goswami R.S., Sinha Roy D. A futuristic green service computing approach for smart city: A fog layered intelligent service management model for smart transport system (2023) Computer Communications, 212, pp. 151 - 160s. DOI: 10.1016/j.comcom.2023.08.001 {in English}

4. Han D., Chen L., Wu H., Wang X., Xiao Y., Yang H., Liu S., Xu S., Huang H., Chang M. Evaluation on coupling coordinated development of population economy and eco-geological environment in the twin-city economic circle of Chengdu–Chongqing region (2023) Scientific Reports, 13 (1), art. no. 13459. DOI: 10.1038/s41598-023-40352-w {in English}

5. Yigitcanlar, T.; Dur, D.; Dizdaroglu, D. Towards prosperous sustainable cities: A multiscalar urban sustainability assessment approach. Habitat Int. 2015, 45, 36–46. Available online: https://eprints.qut.edu.au/74725/2/74725.pdf {in English}

6. Krajnc, D.; Glavic, P. A Model for Integrated Assessment of Sustainable Development. Resour. Conserv. Recycl. 2005, 43, 189–208. Available online: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092134490400120X?via%3Dihub {in English}

7. Joss, S. Eco-cities and Sustainable Urbanism. In International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, 2nd ed.; Wright, J.D., Ed.; Oxford Elsevier: Oxford, UK, 2015; Volume 6, pp. 829–837. {in English}

8. Holling, C.S. Resilience and Stability of Ecological Systems. Annu. Rev. Ecol. Syst. 1973, 4, 1–23. {in English}

9. Neirotti, P.; De Marco, A.; Cagliano, A.C.; Mangano, G.; Scorrano, F. Current Trends in Smart City Initiatives: Some Stylised Facts. Cities 2014, 38, 25–36. Available online: https://www.researchgate.net/publication/260015335_Current_trends_in_Smart_City_ initiatives_Some_stylised_facts {in English}

10. Zanella, A.; Bui, N.; Castellani, A. Internet of Things for Smart Cities. IEEE Internet Things J. 2014, 1, 22–32. Available online: http://www.dei.unipd.it/~{}zanella/PAPER/CR_2014/IoTSmartCity2014_CR.pdf {in English}

11. Gibson, D.V.; Kozmetsky, G.; Smilor, R.W. The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks; Rowman & Littlefield Publishers: Lanham, MD, USA, 1992. {in English}

12. Forrester, Jay W. (1969). Urban Dynamics. Pegasus Communications. ISBN 978-1-883823-39-9. {in English}

13. Meadows, Donella H. (1972). Limits to Growth. New York: University books. ISBN 978-0-87663-165-2

14. Zahler, Raphael S.; Sussmann, Hector J. (1977). "Claims and accomplishments of applied catastrophe theory". Nature. 269 (5631): 759–763. doi:10.1038/269759a0 {in English}

15. Danylov S. Information model of city analysis as a complex dynamic system. (2018) SPACE & FORM NO 33/2018. DOI: 10.21005/pif. 33_2018. B-02. P. 95-106. e-ISSN 2391-7725 | ISSN 1895-3247. {in Ukrainian}

16. Fomenko O.O. Kohnityvno-doslidnyts′ka matrytsya vyyavlennya ta analizu problem mista / O.O. Fomenko, S.M. Danylov // Naukovyy visnyk budivnytstva. - 2018. - T. 93, № 3. - S. 89-97. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2018_93_3_14 {in Ukrainian}

17. Volker Hauff. Brundtland Report: A 20 Years Update [Электронный ресурс] – режим доступа: http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/ESB07_Keynote_speech_Hauff_07-06-04_02.pdf , своб.–Загл.с экрану. {in English}

18. O.O. Fomenko, S.M. Danylov, A.M. Izbash. Problems of Architecture and Professional Development of an Architect beyond "Limits to Growth". IOP Conference Series: Mate-rials Science and Engineering, Volume 907, Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020) 21-22 May 2020, Kharkiv, Ukraine 07.01.2017. DOI 10.1088/1757-899X/907/1/012017 {in Ukrainian}

19. Zakon Ukrayiny № 2118-VIII Pro enerhetychnu efektyvnist′ budivel′ https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text {in Ukrainian}

20. Zakon Ukrayiny 525-V «Pro kompleksnu rekonstruktsiyu kvartaliv (mikrorayoniv) zastariloho zhytlovoho fondu» // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/525-16#Text {in Ukrainian}

21. Zakon Ukrayiny № 417-VIII «Pro osoblyvosti zdiysnennya prava vlasnosti u bahatokvartyrnomu budynku» // https://zakon.rada .gov.ua/laws/show/417-19#Text {in Ukrainian}

22. Danylov S.M. Metodolohichni osnovy modelyuvannya mista yak dynamichnoyi systemy: avtoref. dys. ... d. arkh. : 18.00.01 - Teoriya arkhitektury, restavratsiya pam'yatok arkhitektury / S.M. Danylov ; Kharkivs′kyy natsional′nyy universytet budivnytstva ta arkhitektury. — 2019 — ukr. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.33-50
UDC 711.432/.435:711.168]:502.11

Sc.D., Professor **Yulia Ivashko,**
yulia-ivashko@ukr.net, ORCID:0000-0003-4525-9182
Ph.D. **Oleksandr Ivashko,**
ghok2233@gmail.com, ORCID:0000-0002-9194-2153
Kyiv National University of Construction and Architecture
Ph.D., Associate Professor **Andrii Dmytrenko,**
ab.Dmytrenko_AU@nupp.edu.ua, ORCID:0000-0003-4757-5218
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"

REVITALIZATION OF URBAN AREAS IN THE LIGHT OF SOCIAL AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS

The article is devoted to the problems of revitalization of the territories of large cities of Ukraine and the analysis of foreign experience that can be used. The authors emphasize the following problems: revitalization of the territories of former industrial enterprises, the positive aspects of such measures for solving social problems and the ecology of cities, the analysis of the territories of mass construction in the 1960s from the point of view of the problems that arise, and the assessment of the quality of living in them according to various indicators. The Pershotravnevyi residential area in Kyiv was taken as such an analyzed site. The purpose of the study is to analyze the aspect of revitalization of urban areas in the light of social and environmental problems, the existing experience and provide certain theoretical proposals based on field surveys of industrial areas and residential areas.

Keywords: urban areas, revitalization problems, social and environmental problems, greenery planting, infrastructure.

Formulation of the problem. The authors analyzed part of the building from Karela Chapeka Street to Nischynskoho Street. This area is characterized by the fact that the construction was carried out in a terraced manner, which over time caused problems with the appearance of cracks in parts of the houses located close to the steep slope. There are 10 mid-rise buildings, two of which date from the 1980s and are located on the lower level. Different methods were used in the planning: some of the buildings stand along parallel lines, two buildings are located perpendicular to the building lines. The advantages of this area include the following:

– a large green massif with flower gardens and fruit trees, due to which the site is often compared with the implementation of E. Howard's "garden city" concept;

– sufficient distance from highways with heavy traffic.

Among the problems that appeared over time, the following should be included:

– lack of the required number of parking spaces;

– problems with placing garbage dumpsters;

– lack of the required number of primary public service institutions.

It should be noted that the aggravation of these problems is due to the fact that the initial planning of the areas of mass residential development did not foresee a large number of cars in the population, public transport dominated, modern waste sorting technologies were not used, and primary service facilities were usually small shops with limited assortment on the ground floors and in the basements of the buildings themselves. Over time, such stores turned out to be unprofitable and were closed, thereby creating the problem of the lack of retail service within the residential area.

Due to the lack of new plots for development, from time to time there are projects of revitalization of such massifs of medium-rise buildings by demolishing the old housing stock and building high-rise buildings, but every time there is a problem of resettlement of residents, because apartments in “khrushchevkas” are privately owned. A specific feature of such areas is the residence of poor people, mainly pensioners, and the middle class, who are unable to pay extra for additional space in new, larger apartments. In addition, there is often much less greenery around new buildings and they are located close to transport highways with heavy traffic.

The problems of improving the living environment and providing housing intensified during the Russian-Ukrainian war due to the large number of internally displaced persons. Although towns with temporary houses with a set of amenities are being built for them, it is clear that this is not the final solution to the problem. Since many displaced persons declare the impossibility or unwillingness to return to their native cities, it is obvious that permanent housing will have to be built in the cities to which they have moved. The same applies to those refugees who will return from abroad. Many of them lost their homes and property, so the question of their return directly depends on whether the state will be able to provide them with housing, work and appropriate living conditions.

The problem of revitalization of the territories of former industrial enterprises, which are not used according to their original function, is similar. This problem is especially relevant for the most important cities, such as Kyiv or Kharkiv, although it is beginning to be relevant for large cities, such as Poltava.

Analysis of recent research and publications. Taking into account the multifaceted nature of the problem, the authors processed scientific sources in the following main areas:

– research on the problems of mass residential construction in the 1950s–1980s in Ukraine [1–2];

– experience of revitalization of industrial areas [3–7];

– ecological aspect in architecture and urban planning [8–9];

– aspects of professional education [10];

– creative methods of revitalization of industrial areas [11–15].

The purpose of the study is to analyze the aspect of revitalization of urban areas in the light of social and environmental problems, the existing experience and provide certain theoretical proposals based on field surveys of industrial areas and residential areas.

The objectives of the research are as follows:

– to analyze the problems of improving residential massifs of mass construction in the 1960s and to provide theoretical proposals for their solution;

– to analyze the problems of repurposing former industrial areas;

– identify existing approaches to revitalization and evaluate their effectiveness;

– analyze specific examples of revitalization for artistic functions and provide theoretical recommendations regarding these measures.

Research methods. Research tasks determined the choice of general scientific research methods. In particular, the methods of historical analysis, comparative analysis, graph-analytical method and system-structural analysis method were chosen. Scientific methods were complemented by field surveys of objects and author's photo fixation. The result of the research was the creation of theoretical models of spectacular and visual art formation and their verification in experimental design, using examples of specific industrial objects.

Main part. It is possible to single out the following main characteristics of the territories of mass residential development, the so-called “khrushchevkas”. These are medium-story buildings (5 floors), brick or panel wall structural system (early series), one-, two-, and three-room apartments with walk-through rooms. In the early series, the kitchen was narrow, with a gas water heater. The buildings do not have elevators, the balconies are not glazed. Among the advantages of some such territories, it is worth mentioning a large amount of landscaping.

However, over time, the population of the cities grew, starting from the 1990s, almost everyone has their own cars, but the roads between the houses are quite narrow, and initially there were no parking lots, so they acquired a spontaneous character: residents park them on lawns, under windows, on asphalt part of the lawn for open car parking at own expense. The composition of the residents has also changed: pensioners who received apartments gradually died, and their children, grandchildren, tenants or buyers of apartments from their descendants live in the houses. In contrast to the previous elderly owners, the residents are sometimes people with average wealth who make repairs in apartments, glass balconies and initiate the arrangement of places for storing cars. Some of the elements of everyday life of the 1960s and 1970s are no longer needed in these areas, such as drying areas for clothes.

Similarly, over time, the green massifs stopped being organized and turned into thickets.

So, the problems of these areas are as follows: 1) discrepancy between the initial (project) and current population density; 2) lack of service facilities; 3) lack of parking spaces and narrow passageways between buildings; 4) wear and tear of engineering networks; 5) the need to replace old wooden-frame windows and doors; 6) lack of modern playgrounds; 7) the need to tidy up the greenery and plant new trees instead of dangerous old ones. The solutions can be as follows: 1) insulation of brick facades and replacement of old windows and doors; 2) replacement of communications; 3) arrangement of greenery and expansion of roads and arrangement of parking spaces at the expense of green lawns; 4) planting new trees instead of emergency ones; 5) on-site arrangement of laundry drying areas, parking lots or playgrounds.

The problems of revitalization of the territories of unprofitable industrial enterprises intensified in Ukraine even before the beginning of the full-scale invasion of Russia, and it can be predicted that these problems will remain relevant after the war. They are important not only for Ukraine, but also for most developed industrial countries since the second half of the 19th century, when the intensification of industrial development in the countries of Europe and the United States of America led to the emergence of territories with a concentration of production close to areas with extractive industry. These processes led to the emergence of specific types of town-planning formations, designed for housing workers employed in industry, these were large cities, small towns and settlements built with residential buildings of mass series, which were marked by such imperfections in terms of primary maintenance, which was mentioned above. Transport, in particular, the development of a network of railway tracks and highways, became an additional factor in the intensification of the processes of industrialization and urbanization. The activation of these processes took place against the background of the decline of agricultural production in small private farms without proper technical equipment, and hence the outflow of the population to industrial centers in search of work.

On the example of Kyiv, it is possible to trace how the problems that the city is facing today were laid down since the second half of the 19th century, when a ring of industrial enterprises on the far outskirts of the city eventually ended up among the central areas of urban development as a result of the city's growth. As part of the enterprises became obsolete and the territories became unprofitable for original industrial use, this also aggravated the problems of revitalization and change of function in the conditions of a lack of vacant plots for new construction, primarily residential.

It is worth noting that the problem of revitalization of the territories of megalopolises in Ukraine, such as Kyiv, affected not only former industrial areas, but also blocks of low- and medium-rise buildings, so cases of confrontation between city activists, monument protection authorities, the Ministry of Culture and developers have become more frequent.

The process of explosive growth of the population of the largest cities of Ukraine is connected with the Russian-Ukrainian war and the resettlement of people and the transfer of business from the East and South of the country.

Accordingly, this intensified the need to solve the problems of additional housing stock for displaced persons, workplaces for them, construction of social facilities, etc. In addition, the environmental friendliness of living is now declared, which also contributes to the repurposing of harmful industries in cities and the removal of such industries outside the city limits.

In this case, it is appropriate to use the term gentrification, which precisely characterizes the process of reconstruction and modernization of objects.

Revitalization, i.e. repurposing unprofitable industrial areas, is one of the ways to solve the shortage of plots for new construction. At the same time, part of the old buildings can be preserved with appropriate modernization and redevelopment, and in the case when it is a monument of industrial architecture, with the restoration of authentic parts that are subject to preservation. Most often, former industrial areas are repurposed for residential, public, commercial or recreational purposes.

The authors investigated this problem in the cities of Poland, where relevant positive revitalization experience has been accumulated – in Lodz, Cracow, Warsaw, Poznan. The experience of Lodz is specific, as most of the city's historical and cultural heritage consists of industrial facilities that are also architectural monuments, which imposes additional restrictions on revitalization measures.

Despite this, the experience of Polish cities must be adjusted according to the conditions of Ukraine, since most of the preserved industrial enterprises are objects of mass typical construction of the Soviet era, and this raises the question of the most effective option – complete clearing of the site and new construction, partial preservation of the buildings or full preservation.

The most common option today is the option when the owner buys a plot of land with industrial facilities, demolishes them and builds new facilities.

However, this option hides a number of dangers, namely:

– additional loads on nearby transport networks, often not designed for the appearance of a block of dense multi-storey buildings;

– in the case of the appearance of a new residential quarter, solving a number of related problems, namely parking and open parking lots, initial maintenance, additional loads on city engineering networks;

– calculation of additional places in kindergartens and schools;

– a possible restriction on the number of floors of the building (if the site is located in the protection zone of the architectural monument).

Therefore, although the site clearing option is most often used, due attention should be paid to the revitalization option, which is being actively implemented in European countries. Little by little, these approaches are beginning to be implemented in Ukraine as well. In particular, the load-bearing capital structures are preserved, and the appearance of the facades and layout are changed for office or public functions (retail, commercial and entertainment). Such examples in Kyiv include the former Motorcycle Factory, the I. Lepse factory, and the Bolshevik factory.

Against the background of the overwhelming majority of typical industrial objects, isolated historical factories in large cities of Ukraine acquire special value. One such example is the former Richert Brewery on Kyrylivska Street in Kyiv, which is in a state of disrepair. Experimental proposals regarding its possible repurposing were developed by one of the authors of the article, O. Ivashko.

The authors focused on one rather innovative direction of revitalization, namely on repurposing for an artistic function, which leads to the introduction of such a concept as an art cluster, when all participants in the process aim to produce a joint art product.

The period of emergence of the very term “art-cluster” was traced in accordance with artistic formations on the basis of revitalized industrial enterprises. It is noted that the idea of revitalization of unprofitable industrial enterprises arose in the 1940s in Manhattan under the name “loft”, and originally the term “loft” envisaged the repurposing of industrial enterprises specifically for the artistic function (housing and studios of artists), and its appearance was dictated by the sharp growth land prices in the central areas of the city. This led to the intensification of the process of moving industrial enterprises to the outskirts of the city, and the former industrial territories, where the cost of renting the premises of former workshops was low and opened up the possibility of using them for any function, with the possibility of changing them, were occupied by artists of various directions. In fact, these industrial enterprises have acquired the properties of highly adaptive buildings with the possibility of flexible repurposing.

Based on this, the authors concluded that at the heart of the art cluster is a loft in Manhattan, New York, which initiated the combination of artistic and business functions. Gradually, such an artistic formation was enriched with additional functions and premises, which provided for the presence of exhibition halls, theater performances, lecture halls, showrooms, but if we talk about the principle of clustering, then all these components should be aimed at achieving one common goal.

Unlike traditional museums or galleries, which are opened thanks to the state or owners, art creation based on clustering can initially be created thanks to the initiative of the participants themselves, who come together to create a common artistic product. At the same time, such formations can just as quickly turn into a regular rental.According to approximate data, 60% of art formations, which are created by initiative groups and do not have support from the city or business, cease to exist quite quickly, and the average time of existence of such spaces does not exceed even 7 – 10 years. A typical example should be called “Off Piotrkowska” in Lodz, located in several former historical industrial buildings, which from the beginning was conceived precisely as an art formation, and over time turned into a set of rented premises, the owners of which are constantly changing.

The authors studied the global experience of repurposing industrial enterprises for different functions. Special attention was paid to those objects that position themselves as art clusters, in order to determine whether there are signs of art and cluster in them. The specificity is that the object, which positions itself as an art creation, must have as an anchor the main artistic function itself, around which auxiliary and accompanying functions are grouped. A total of 23 revitalized industrial enterprises of various industries in different countries of the world were analyzed for compliance with the characteristics of the cluster and the presence of an artistic component, among which 14 are highlighted in this article.

The analyzed examples were grouped according to the profile of primary production.

The first group is food industry facilities.

The first analyzed example was the revitalized buildings of the former bakery “Anker Brotfabrik Wien”, Absbergasse, 27 in Vienna, where workshops, a gallery/exhibition space/museum, business space, food establishments, and an event area appeared after the revitalization measures. The art function is represented by music and visual arts, which form two cluster cores.

The second example is the buildings of the former factory for the production of marmalade and preserves “Fabrika Trzciny” (Mala Warszawa) in the city of Warsaw. The idea of revitalization originally consisted in creating here gallery and exhibition spaces, a museum, a theater, event spaces, educational spaces, and catering facilities. However, the object's unfavorable location and inconvenient transport accessibility led to its gradual decline in its original art function, which is clear evidence that urban planning localization and good transport accessibility play a decisive role in the profitability of such revitalized objects.

The third example is the revitalized former brewery “Lowenbraukunst” in the city of Zurich, which housed gallery and exhibition spaces, a museum, and there is also an event direction.

On the basis of the seed sorting factory at 1 Blahovishchenska Street in Kharkiv, a modern space “Fabrika.space” was opened with an event orientation, public catering establishments, business space, that is, there are neither signs of a cluster nor an artistic component here. This is the fourth example.

The study of the fifth example – the former complex of the Dolne Mlyny tobacco and cigar factory in the city of Cracow, at 10 Dolnych Młynów Street, which was carried out by O. Ivashko and Yu. Ivashko during the years 2019 – 2023, identified the problems associated with the processes of revitalization under the artistic direction. Initially, the idea of revitalization was to place workshops, the House of Fear, educational institutions, creative trade and food establishments here, but as of 2023, reconstruction and restoration activities are underway here with the demolition of some low-value buildings. Probably, after the completion of the works, the orientation of the complex will also be different.

The next group of analyzed industrial facilities are light industry enterprises.

The sixth example was the revitalized buildings of the former textile factory “Fabryka Sztuki” (Art Incubator) (Inkubator Sztuki / Kultury) (from the former cotton factory at Księży Młyn), 3 Księdza Biskupa Wincentego Tymienieckiego Street in Lodz, where a theater, event space, food (cafe), artistic incubator of creative industries, gallery and exhibition space. The artistic direction is the main one, but there is no sign of a cluster, as many different workshops and exhibition spaces are gathered under one roof, which are not connected to each other. It should be noted in passing that an art incubator is generally a separate type of artistic education, different from an actual art cluster, as it has a different direction: not the production and presentation of a joint art project by individual artists, but giving beginners the opportunity to develop their career and their own business on preferential terms (the model for the institution in Lodz was art incubators at the Yale Institute of Entrepreneurship, the StARTup incubator founded by Edinboro University, Pennsylvania, the high-tech incubator for small businesses at Burlington County College, the business incubator at University College Falmouth, the Center for Fashion Entrepreneurship at the University of London The so-called “art incubators”, aimed mainly at graduates – designers, fashion designers and artists, are separately distinguished, as a rule, they are located either on the territory of specialized higher educational institutions, or not far from them (Brooklyn Art Incubator).

The seventh analyzed example is the public complex “OFF Piotrkowska” at 138/140 Piotrkowska Street in Lodz, which is located in the historical buildings of the former cotton fabric factory of Franciszek Ramysz.

O. Ivashko and Y. Ivashko studied this object over time, from 2017 to 2023, recording the dynamics of changes that took place there. Despite the fact that there are gallery and exhibition spaces, event spaces, creative and artistic trade

establishments, over the years the role of office premises and food establishments is constantly increasing. All participants work separately from each other.

The eighth example was the “Platforma” art factory at 1 Bilomorska Street in Kyiv, which was formed from the former Darnytskyi silk factory. After the revitalization, gallery and exhibition spaces, event spaces, a stage, educational spaces, workshops, office spaces, and catering establishments appeared here. Before the war, many youth events and festivals were held here, as visitors were attracted by the informal atmosphere of communication.

Although traditionally the most suitable for revitalization are light and food industry enterprises, there are also examples of revitalization of enterprises in other industries. The third group is enterprises of other branches of production.

The establishment on the basis of the former medical equipment factory “ReZavod” in Lviv, chosen as the ninth example for analysis, faced the traditional problems of gradually transforming the original idea of an art space into a regular rental. Originally, it was supposed to have a theater, gallery and exhibition spaces, art workshops, educational institutions, art trade, office premises and catering establishments. However, over time, the idea with the presence of an art component and signs of a cluster turned into a set of ordinary tenants, some of whom do not even have an artistic activity profile.

The tenth example for analysis is the complex of the former manganese factory in Berlin, which was revitalized under the name of “Kunst-Werke”. As a result of the repurposing measures, a modern public space with a gallery and exhibition function and the presence of workshops, a library, educational spaces, trade and catering establishments was created. In this case, we can talk about the presence of both an art component and certain cluster elements.

The eleventh example is the former paint factory in Stockholm, on the basis of which the modern creative institution “Färgfabriken” emerged. As in most of the examples mentioned above, gallery and exhibition spaces, event spaces, and public catering establishments appeared here. Despite the presence of an artistic component, the combination of participants does not take place on the basis of clustering.

Revitalization can also be applied to former power plants. Such a twelfth example is the creative institution “Kultuurikatel” in Tallinn, chosen as the eleventh example, where, after re-planning and reconstruction, modern gallery and exhibition spaces, event spaces, workshops, educational institutions emerged. Although this object positions itself as an art space and an art storeroom is indeed present in it, there are no signs of a cluster here.

A well-known example of the revitalization of the auto parts factory “Mains d’Oeuvres Saint-Quen” (Paris) (this is the thirteenth example), on the basis of which a theater, catering establishments, event orientation, gallery and exhibition spaces and

a museum, dance halls, educational space, music spaces, business space. However, despite the artistic trends, the participants act separately, so they cannot be called an art cluster.

There are well-known examples of revitalization not of individual objects or complexes, but of entire industrial districts. The fourteenth example is precisely the revitalization of a former industrial district in New York, on the basis of which the public space "Dumbo" was formed with modern gallery and exhibition spaces, event spaces, a museum, workshops, educational, trade, and catering facilities. Despite the presence of an art component, there are no signs of a cluster.

In general, the analysis of all 23 industrial objects proved that in those cases when some of them position themselves as art formations or even art clusters, the art component is expressed in the form of an exhibition function, an event orientation, and an educational function (in in the case of their art direction), rarely in the form of a theatrical, musical and dance function. In half of the cases, the art function is supplemented by additional and related functions, which often occupy a more important place than the art component – business function, trade and catering (cafes, restaurants, and breweries).

The following groups were identified among the analyzed list of objects that position themselves as creative entities:

1) an art formation with the presence of an art component, but without signs of a cluster ("OFF Piotrkowska" in Lodz, "Mala Warszawa" in Warsaw, "Platforma" Art Factory in Kyiv, "Dumbo" in New York);

2) art formations with the presence of an art component, separate internal connections between exhibitors, but without signs of a cluster ("Kultuurikatel" in Tallinn, "Färgfabriken" in Stockholm);

3) art formations with the presence of an art component and the seeds of a cluster ("Anker Brotfabrik Wien" in Vienna, "Fabryka sztuki" in Lodz, "ReZavod" in Lviv, "Kunst-Werke" in Berlin).

In some of the analyzed objects, there are no signs of either an art component or signs of a cluster ("217 Piotrkowska" in Lodz, "Dolne Mlyny" in Cracow). As a result of the analysis, objects (Center of Contemporary Art, Cracow, 4 Lipowa Street, and Malopolski ogrod sztuki, Cracow, 12 Rajska Street, Nadszaniec, Zamosc, 2 Waleriana Łukasińskiego Street) were rejected as non-compliant selection criteria for solving the tasks set in the research.

In some analyzed examples of revitalized industrial buildings and complexes, there are some initial signs of clusters, but there is no object or complex that would function as a full-fledged art cluster with an anchor art function and functional connections based on the principles of clustering, which indicates that that the defining features of this phenomenon have not yet been formulated and implemented.

Since there is a rapid growth of revitalized institutions that call themselves "art clusters", this proves the need for a theoretical justification of this term.

Despite the fact that the creation of an art formation based on clustering rather than ordinary rent creates noticeable difficulties, this approach has the right to life and meets the needs of young people in particular. As an example of the fact that young people are looking for new, non-traditional ways of self-expression, including in art, it is worth mentioning the creative object "Szimpla" in Budapest, researched by Y. Ivashko and O. Ivashko, where the structure of the institution includes: event-space, bars and cafes, showrooms, exhibition spaces and shops. When repurposing a destroyed pre-revolutionary building into a trash youth entertainment facility, the architects laid the basis of the design for the aesthetics of what in principle cannot be aesthetic, and today this object is one of the most famous and visited in Budapest, it is visited by many tourists and local residents. because it is original precisely because of its undisguised outrageousness, which starts from the entrance, near which old rusty bicycles are parked. The atmosphere of the establishment contributes to the creation of an impression of relaxed friendly communication without restrictions, which is impossible in a traditional restaurant or coffee shop, and this led to its considerable popularity and the opening of several more similar establishments in Budapest, although not as famous.

In the process of researching the experience of art-oriented revitalization in different countries, O. Ivashko summarized which industries are the easiest to revitalize and argued that these are primarily light and food industry enterprises. He developed theoretical models of art formations and calculated the areas required for their functioning. The results were shown on the example of three experimental projects of repurposing historical industrial enterprises – a light industry factory in Lodz, a former shipyard in Zurich and the Richert brewery in Kyiv. Three objects of approximately the same time period and similar architectural style were selected.

The calculation of the necessary measures for repurposing the building of the light industry factory in Lodz proved that the long and narrow low-rise brick building is well suited for an educational function, but it would be quite difficult to turn it into an art creation, since it would require the addition of additional volumes of a significant area under auditorium and production premises.

In the case of the former shipyard in Zurich, the revitalization under the art direction actually already took place, and O. Ivashko experimentally checked the conformity of the set of premises and their areas for the "Shiffbau" theater to the developed theoretical models. As a result, he established that the number of rooms and their areas correspond to the calculations that were obtained in accordance with the specialization and functional needs of the object, however, discrepancies were

recorded in the dimensions of the auditorium and in the twice larger area of the production premises.

Of these three objects, two – the factory in Lodz and the shipyard in Zurich – have already been repurposed, in the case of the factory, these proposals are a miscalculation of the option of another direction of revitalization (now it is the educational building of the Lodz Polytechnic), in the case of the shipyard, where the "Shiffbau" theater is located this is a check of the compliance of the existing area and the list of premises with the developed theoretical models, in the case of the Richert Brewery, it is a purely new project, since the building is not currently in use.

Another problem was solved in relation to the former Richert brewery in Kyiv. In the experimental project of O. Ivashko, it was proposed to functionally distribute the volumes in such a way as to place administrative premises and small shops in the historical part with a fine-grained structure, to complete the sides and back of the historical building with modern volumes with an auditorium, an exhibition hall, and to create on the basis of this object, a spectacular art formation with a production area (art cluster) and an audience area (art center), actively using such modern methods of aestheticization as street art and muralism.

This approach is based on the awareness of the term art cluster as a modern space for the production of a certain product of spiritual production, which is determined by the specifics of its development and functioning, namely, on the connection with the second component that ensures the successful functioning of art creation – with the art center, which aimed at the public presentation and popularization of the product of spiritual production created in the art cluster, i.e. a specific work of art, be it a performance, an exhibition, etc. On the basis of analyzed existing experience, created theoretical models and checked their correctness on three specific examples of experimental design, O. Ivashko investigated two main types of such art creations – spectacular, more complex, and pictorial.

Conclusions. The study proved that the topic of revitalization of territories (both mass housing development and industrial enterprises of the second half of the 20th century) is gaining more and more relevance, primarily in the largest and most important cities of Ukraine, which is due to a number of reasons:

– lack of urban areas due to sharp population growth;

– the need to remove harmful industries from cities;

– changing needs and aesthetic preferences, especially of young people.

Common means of revitalization of the mass-built areas of the 1950s – 1980s are the arrangement of additional parking lots for cars (with the impossibility of cars entering green areas, playgrounds for various purposes – children's, sports, for adults' recreation, etc.); arrangement of modern children's and sports grounds (including at the expense of former lawns, which ended up under the crowns of overgrown trees,

and where practically no grass grows); saturation of areas of mass residential development with public service institutions, including due to the repurposing of apartments located on the first floors; selective densification of residential buildings due to the construction of mainly point-block housing.

If we talk about industrial areas, the most common methods of revitalization here are primarily repurposing for commercial and office functions. The authors focused on an innovative option of repurposing, which is quite new for Ukraine, but has certain prospects, which is the repurposing of a former industrial enterprise into an art formation based on clustering.

Today, a significant number of revitalized institutions position themselves as art clusters, since they have some workshops or an exhibition hall. At the same time, an ordinary collection of tenants engaged in certain types of artistic activities is not yet an art cluster, since an art cluster is an area of art product production as part of an art formation, which is logically connected to an art center – an area of public presentation of the produced art product.

O. Ivashko developed functional models for art formations of a spectacular and visual direction and allocated zones of the audience complex, demonstration complex, production complex and administrative complex in them. He also singled out three principles for the organization of art creation: the principle of object orientation, the principle of standardization of design solutions, and the principle of preservation and adaptation.

Thus, the defining characteristics of an art cluster are formulated: an art cluster is a form of territorial organization of a completed cycle, an area of art product creation by individual participants (art objects) acting together. Simple art clusters (visual) and complex (spectacular) are distinguished. An art center is a space where a created artistic product is presented publicly. Together, the art cluster and art centers create art formations.

In the art formation, the main (anchor) function or several functions directly related to art are distinguished, accompanying functions that provide support for the main functions, and additional functions that are easily replaceable and optional and are aimed at increasing the comfort of visitors by expanding list of services.

A list of the main factors that determine the conditions and effectiveness of the placement of art formations with art clusters in their composition on the basis of industrial facilities in the functional planning and transport planning structures of urban planning systems is formulated. This is a location in a large city, in the central areas, with the possibility of good transport and pedestrian accessibility, close to highways, with the possibility of parking, mainly in a compact medium-rise building with buildings less than 100 m long and limited (up to 5 m) height of the premises, not on the base harmful industries, possibly on a site with a courtyard. On the basis of

the analysis of the effectiveness of art formations on the basis of revitalized industrial enterprises, it has been proven that precisely urban factors are decisive for the effectiveness of their functioning.

O. Ivashko developed theoretical models of the transformation of an object into an art creation with an art cluster as a production part, with verification of these proposals by means of experimental design. It has been proven that for the effective functioning of an art cluster, precisely as a cluster with the possibility of obtaining the maximum economic effect, it is not enough to simply give these premises to various artists, one should approach the process of solving the art space precisely from the standpoint of clustering. On the basis of the created theoretical models of art formations and the calculation of the necessary components and areas, it is possible to carry out a projected assessment of existing funds in accordance with the possibility of organizing an art formation and predict what exactly can be organized – an art object, an art cluster, an art center or a full-fledged art formation with a combination of an art cluster as a production zone and an art center as a representative zone.

Based on the creation of experimental design proposals, the possibility of setting up a spectacular art formation with an art product production area based on the clustering of the building of the Lodz textile factory, the shipyard in Zurich and the former brewery in Podil in Kyiv was proven.

Prospective areas of research are summarized as follows.

It is necessary to develop methods and criteria for evaluating territories in the structure of cities for a specific function of revitalization, methods for evaluating the conditions of placing art formations in the architectural and planning structure of cities as elements of gentrification of the urban environment and increasing the attractiveness of the areas where they are located, to deepen the development of functions, to develop standards and methodological support for specialized art clusters. A separate aspect is related to the development of modern methods of aestheticizing spaces by means of street art and murals.

Acknowledgements. The research, the results of which are presented in this article, was carried out with the funds of grant No. M/76-2023 of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

Список джерел

1. Shevchenko L. Mass Housing in Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Docomomo Journal.* No. 67. 2022. P. 72-79. DOI:10.52200/docomomo.67

2. Shevchenko L., Mykhaylyshyn O., Novoselchuk N., Troshkina O., Kamal M. Landscaping and Greening of the Residential Buildings Courtyards of the 50s – Early 80s of the XX Century in Ukraine: Current Situations and Renewal Perspectives. *4th*

International Conference on Building Innovations: ICBI 2022, Lecture Notes in Civil Engineering. Vol. 299. 2023. P. 541-558. DOI:10.1007/978-3-031-17385-1_43

3. Malaia K., Meuser P. Mass Housing in Ukraine. Building Typologies and Catalogue of Series. Berlin: DOM publishers, 2023. 304 p. ISBN/EAN: 9783869228303.

4. Dmytrenko A., Ivashko O., Ivashko Y. Development of Creative Economy Objects as a Means of Industrial Territories Revitalization. *3rd International Conference on Building Innovations, ICBI 2020, Lecture Notes in Civil Engineering,* Vol. 181, 2022. pp. 487-495. DOI:10.1007/978-3-030-85043-2_46

5. Dyomin M., Ivashko Y., Ivashko O., Kuśnierz K., Kuzmenko T. Development Trends and Problems of Large Ukrainian Historical Cities in the Twentieth and Twenty-First Century: Case Study of Urban Tendencies and Problems of Revitalization of an Industrial District. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation.* No. 65, 2021. P. 26-36. DOI:10.48234/WK65TRENDS

6. Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Ivashko Y., Savelieva L. Methods of Revitalizing Historical Industrial Facilities – International Experience. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation,* No. 62, 2020. P. 97-103. DOI:10.48234/WK62INDUSTRIAL

7. Orlenko M., Ivashko Y., Kobylarczyk J., Kusnierz-Krupa D. Ways of revitalization with the restoration of historical industrial facilities in large cities. The experience of Ukraine and Poland. *International Journal of Conservation Science.* Vol. 11, Issue 2, 2020. P. 433-450.

8. Stefański K., Gryglewski P., Ivashko Y., Dmytrenko A., Ivashko O. Revitalization specifics of industrial enterprises made of brick and concrete. Examples of Lodz, Kyiv and Poltava. *International Journal of Conservation Science.* Vol. 11, Issue 3, 2020. P. 715-730.

9. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. The influence of the natural environment on the transformation of architectural style. *Landscape Architecture and Art.* Vol. 15, No. 15, 2019. P. 101-108. DOI:10.22616/j.landarchart.2019.15.11

10. Chernyshev D., Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. Role of Natural Landscape in Perception of Ukrainian Sacral Architecture Monuments. *Landscape Architecture and Art.* Vol. 17, No. 17, 2020. pp. 13-21. DOI:10.22616/j.landarchart.2020.17.02

11. Kuśnierz-Krupa D., Kobylarczyk J., Malczewska J., Ivashko Y., Lisińska-Kuśnierz M. Qualitative Analysis of Architectural Education in the Protection of a Historic City. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation.* No. 65, 2021. P. 20-25. DOI:10.48234/WK65PROTECTION

12. Dyomin M., Ivashko O. Street art as a new phenomenon of art – a means of gentrification of the urban environment. *Art Inquiry. Recherches sur les arts.* Vol.

XXI, 2019. P. 129-148. DOI:10.26485/AI/2019/21/9

13. Dyomin M., Dmytrenko A., Chernyshev D., Ivashko O. Big Cities Industrial Territories Revitalization Problems and Ways of Their Solution. *International Conference on Building Innovations, ICBI 2019, Lecture Notes in Civil Engineering.* Vol. 73, 2020. P. 365-373.

14. Dyomin M., Ivashko O. Street art: an artistic message in the modern urban environment. *Art Inquiry. Recherches sur les arts.* Vol. XXII, 2020.P. 221-241. DOI:10.26485/AI/2020/22/13

15. Ivashko O. The Issues of Conservation and Revitalization of the Monuments of Industrial Architecture. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation.* Vol. 58, 2019. P. 113-117. DOI:10.17425/WK58CONSERVATION

доктор архітектури, професор **Івашко Ю.В.,**
доктор філософії **Івашко О.Д.,**
Київський національний університет будівництва та архітектури,
к.т.н., доцент **Дмитренко А.Ю.,**
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

РЕВІТАЛІЗАЦІЯ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ В СВІТЛІ СОЦІАЛЬНИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

Стаття присвячена проблемам ревіталізації територій великих міст України і аналізу закордонного досвіду (передусім польського), який може бути використаний. Автори акцентують увагу на таких проблемах: ревіталізація територій колишніх промислових підприємств, позитивні моменти таких заходів для вирішення соціальних проблем і екології міст, аналіз територій масової забудови 1960-х років з точки зору проблем, що виникають, і оцінка якості проживання в них по різних показниках. В якості такої проаналізованої ділянки взято Першотравневий масив в Києві. Мета дослідження полягає в тому, аби проаналізувати аспект ревіталізації міських територій в світлі соціальних і екологічних проблем, існуючий досвід і надати певні теоретичні пропозиції на основі проведених натурних обстежень промислових територій і житлових масивів.

Значну увагу в статті приділено ревіталізації територій колишніх промислових підприємств, які не використовуються за первісною функцією. Автори розглядають весь спектр можливих варіантів їх використання. від розчистки ділянки зі зведенням на ній нових будівель Найбільш поширеним варіантом на сьогодні є варіант, коли власник викупає ділянку з промисловими об’єктами, зносить їх і забудовує новими об’єктами. Проте автори

зосереджують увагу на ревіталізації промислових територій – підходу, поширеному в Європі, що поступово набуває популярності й в Україні. Автори дослідили світовий досвід перепрофілювання промислових підприємств під різні функції, зосередившися на новаторському варіанті перепрофілювання, який є досить новим для України, однак має певні перспективи, – це перепрофілювання колишнього промислового підприємства під арт-утворення на засадах кластеризації. На основі створення експериментальних проєктних пропозицій було доведено можливість влаштування видовищного арт-утворення з виробничою зоною арт-продукту на основі кластеризації корпусу лодзької текстильної фабрики, кораблебудівного заводу в Цюриху і колишньої броварні на Подолі в Києві. Розроблено практичні рекомендації з створення арт-утворень на основі функціональних схем зв'язків між складовими елементами, планувальних схем, сучасних напрямків естетизації фасадів і дизайну інтер'єрів.

Ключові слова: міські території, проблеми ревіталізації, соціальні і екологічні проблеми, озеленення, інфраструктура

REFERENCES

1. Shevchenko L. (2022). Mass Housing in Ukraine in the Second Half of the 20th Century. *Docomomo Journal, 67,* 72-79. DOI: 10.52200/docomomo.67 {In English}

2. Shevchenko L., Mykhaylyshyn O., Novoselchuk N., Troshkina O., Kamal M.A. (2023). Landscaping and Greening of the Residential Buildings Courtyards of the 50s – Early 80s of the XX Century in Ukraine: Current Situations and Renewal Perspectives, *4th International Conference on Building Innovations: ICBI 2022, Lecture Notes in Civil Engineering, 299,* 541-558. DOI:10.1007/978-3-031-17385-1_43 {In English}

3. Malaia K., Meuser P. (2023). *Mass Housing in Ukraine. Building Typologies and Catalogue of Series,* DOM publishers, Berlin, 304 p. ISBN/EAN: 9783869228303. {In English}

4. Dmytrenko A., Ivashko O., Ivashko Y. (2022). Development of Creative Economy Objects as a Means of Industrial Territories Revitalization. *3rd International Conference on Building Innovations, ICBI 2020, Lecture Notes in Civil Engineering, 181,* 487-495. DOI:10.1007/978-3-030-85043-2_46 {In English}

5. Dyomin M., Ivashko Y., Ivashko O., Kuśnierz K., Kuzmenko T. (2021). Development Trends and Problems of Large Ukrainian Historical Cities in the Twentieth and Twenty-First Century: Case Study of Urban Tendencies and Problems of Revitalization of an Industrial District. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation, 65,* 26-36. DOI:10.48234/WK65TRENDS {In English}

6. Kobylarczyk J., Kuśnierz-Krupa D., Ivashko Y., Savelieva L. (2020). Methods of Revitalizing Historical Industrial Facilities – International Experience. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation, 62,* 97-103. DOI:10.48234/WK62INDUSTRIAL {In English}

7. Orlenko M., Ivashko Y., Kobylarczyk J., Kusnierz-Krupa D. (2020). Ways of revitalization with the restoration of historical industrial facilities in large cities. The experience of Ukraine and Poland. *International Journal of Conservation Science, 11* (2), 433-450. {In English}

8. Stefański K., Gryglewski P., Ivashko Y., Dmytrenko A., Ivashko O. (2020). Revitalization specifics of industrial enterprises made of brick and concrete. Examples of Lodz, Kyiv and Poltava. *International Journal of Conservation Science, 11* (3), 715-730. {In English}

9. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. (2019). The Influence of the Natural Environment on the Transformation of Architectural Style. *Landscape Architecture and Art, 15* (15), 101-108. DOI:10.22616/j.landarchart. 2019.15.11 {In English}

10. Chernyshev D., Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Dmytrenko A. (2020). Role of Natural Landscape in Perception of Ukrainian Sacral Architecture Monuments. *Landscape Architecture and Art, 17* (17), 13-21. DOI:10.22616/j.landarchart. 2020.17.02. {In English}

11. Kuśnierz-Krupa D., Kobylarczyk J., Malczewska J., Ivashko Y., Lisińska-Kuśnierz M. (2021). Qualitative Analysis of Architectural Education in the Protection of a Historic City. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation.* No. 65, 20-25. DOI:10.48234/WK65PROTECTION. {In English}

12. Dyomin M., Ivashko O. (2019). Street Art as a New Phenomenon of Art – a Means of Gentrification of the Urban Environment. *Art Inquiry. Recherches sur les arts, XXI,* 129-148. DOI:10.26485/AI/2019/21/9 {In English}

13. Dyomin M., Dmytrenko A., Chernyshev D., Ivashko O. (2020). Big Cities Industrial Territories Revitalization Problems and Ways of Their Solution. *International Conference on Building Innovations, ICBI 2019, Lecture Notes in Civil Engineering.* Vol. 73, 365-373. DOI:10.1007/978-3-030-42939-3_37 {In English}

14. Dyomin M., Ivashko O. (2020). Street art: an artistic message in the modern urban environment. *Art Inquiry. Recherches sur les arts, XXII*, 221-241. DOI:10.26485/AI/2020/22/13 {In English}

15. O. Ivashko. (2019). The Issues of Conservation and Revitalization of the Monuments of Industrial Architecture. *Wiadomości Konserwatorskie – Journal of Heritage Conservation, 58,* 113-117. DOI:10.17425/WK58CONSERVATION {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.51-67
УДК 721.011.6с 728.1.012.1
канд. фіз.-мат.наук, доцент **Кайнц Д.І.,**
diana.kaynts@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7242-027X,
канд. фіз.-мат.наук, доцент **Микайло О.А.,**
oksana.mykailo@uzhnu.edu.ua, ORCID: 0000-0002-4591-9729,
Швець М.Р.,
shvets.maksym@student.uzhnu.edu.ua, ORCID: 0009-0008-7649-535X
Ужгородський національний університет

СИСТЕМИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ В СЕРЕДМІСТІ ТА ВІЗУАЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ М. УЖГОРОДА

Проведено аналіз характеристик систем вертикального озеленення, способів їх організації, конструктивних рішень та засад експлуатації в сучасних містах. У статті наведено змістовну класифікацію таких систем, описано їх особливості, переваги та недоліки, інструменти та конструкції, рослинність, а також співставлено вартості витратних матеріалів для кожного з видів.

У статті наведено опис властивостей вертикального озеленення, аргументованого його позитивний вплив на мікроклімат міста, екологію, здоров'я та психо-емоційний стан мешканців.

Спираючись на кращі світові аналоги та зважаючи на необхідність впровадження такого виду озеленення у структуру комплексної зеленої зони міста, запропоновано візуальні коцепти перетворення фасадів та дахів існуючих будівель м. Ужгорода.

Ключові слова: системи вертикального озеленення; озеленення фасадів і дахів; рослинність; зелені фасади; зелені дахи; екологія міста.

Мета публікації: описати основні засади організації вертикального озеленення в середмісті, інструменти, технології та рослинність, що слугують для їх створення та проілюструвати можливість інноватиного та ефективного використання рослин на фасадах та дахах існуючих будівель в місті Ужгороді.

Основна частина. Не є секретом, що зелені насадження здатні істотно запобігати руйнівним наслідкам екологічних змін, також важлива їх роль і у міському просторі, де вони фактично відіграють роль фільтру, який значно зменшує обсяги викидів, пилу, аерозолів, впливає на формування мікроклімату, діючи на тепловий режим, вологість і ступінь рухливості повітряних мас. Крім того, зелені насадження є невід'ємною складовою архітектурної та планувальної композиції міста.

У наш час проблема нестачі зелені набуває великий масштаб. Міста стають все більш густо населеними і забудованими, дороги - більш завантаженими транспортними засобами, в той час як вільного від забудови простору стає значно менше. Один із способів вирішення цієї проблеми - це вертикальне озеленення, яке здатне змінити зовнішній вигляд будівель і споруд, а також надати особливу мальовничість міському простору.

Озеленення фасадів користується все більшим інтересом і є не просто елементом декорації. При правильних конструктивних рішеннях та дотриманні технології воно здатне ефективно захищати від шкідливих емісій і забезпечує додатковий комфорт, підвищує загальну якість житла. Вдалі комбінації допоміжних конструкцій, анкерування та підбір відповідних видів рослин народжує оригінальні , а головне, корисні рішення по зеленому оздобленню фасадів [1].

Зазвичай центри міст мають щільну забудову і часом багато старих або просто непривабливих фасадів, які можуть віднайти свою втрачену колишню красу за рахунок вмілого озеленення. Нанесення зеленого орнаменту на фасад слід розглядати як довгостроковий захід, що має на меті не тільки декорацію, але і багато інших корисних для міста та його мешканців наслідків. Зараз для виконання цього завдання є все необхідне: технічні засоби та відповідні рослини.

Основною функцією вертикального озеленення є терморегулювання, яке забезпечує збереження тепла всередині будівлі взимку і комфортної прохолодної температури влітку, що значно скорочує витрати на опалення (кондиціонування). Також вертикальне озеленення здатне підтримувати особливий мікроклімат, що визначається збалансованою вологістю повітря, і сприяє інтенсивному збагаченню його киснем.

До естетичної сторони питання додається актуальний на сьогоднішній день екологічний аспект. Озеленення фасадів будинків проводиться цілеспрямовано для покращення мікроклімату міста і захисту навколишнього середовища, іншими словами для підвищення якості життя людини.

Екологічний фактор, визначається наявністю проблем, характерних для великих міст і мегаполісів, таких як ефект теплового острова, великий рівень задимлення, підвищена концентрація парникових газів, відсутність природних зелених просторів в межах міста.

Ефект теплового острова є серйозною проблемою для багатьох великих сучасних міст [2]. Відомо, що температура повітря в містах завжди вище, ніж в сільських поселеннях або на периферії, оскільки в них значно більше джерел теплового забруднення, таких як: транспорт, промислове виробництво, механічне обладнання, будівельні матеріали з високою відбиваючою

поверхнею. Температура ж в сільській місцевості значно нижче через відсутність вищезазначених умов та наявності великих зелених масивів. Крім усього цього збільшуються витрати будівель на кондиціонування, а також обсяг викидів парникових газів в атмосферу. Це фактори можуть бути мінімізовані за рахунок організації в місті зелених територій , не тільки міських парків, але і зелених дахів, і зелених стін [3,4].

Тема технологій вертикального озеленення досліджується давно, дива казкових Висячих Садів Семіраміди тривожили уми багатьох поколінь вчених. Перші спроби впровадження ідеї зелених фасадів передусім базувалися на ботанічних аспектах [5]. Однак з 1980-х років з'явилася нові ідеї для зеленого кольору на фасадах, як внесок у покращення екології міста, зокрема вони були реалізовані в Берліні, де в період з 1983 по 1997 рік було встановлено 245 584 квадратних метрів зелених фасадів [6].

Ідея про перенесення зеленої рослинності з горизонтальної площини в вертикальну була вперше реалізована французьким ботаніком та дизайнером Патріком Бланом (фр. Patrick Blanc), в 1988 році. Яскравий приклад його роботи - музей на набережній Бранлі у Парижі (Le musée du quai Branly - Jacques Chirac), відкритий в Парижі в липні 2006 (рис.1).

Рис.1. Музей на набережній Бранлі у Парижі

На створення цього сучасного дива ним було витрачено близько 10 років. Протягом цього часу він проводив польові дослідження в горах Таїланду і Малайзії, вивчаючи природні співтовариства рослин і займався кропіткими

лабораторними дослідженнями в Національному Центрі наукових досліджень. Розроблена ним технологія заснована на застосуванні полотна двошарового поліаміду з прокладкою з спіненого ПВХ, закріпленого на вертикальній металевій обрешітці. Необхідні для росту рослин поживні речовини подаються до коріння через систему крапельного зрошення.

В живому полотні, що закутує фасад, використано 15 000 екземплярів 150 видів трав, мохів, папоротей і навіть чагарників. Ретельно підібрані за кольором для інсталяції гейхери, плющі, герані, шавлії і інші рослини створюють оригінальні, зачаровують очі візерунки різних зелених тонів з додаванням вкраплень коричневого, жовтого і червоного кольорів [8].

Сучасні мегаполіси світу докладають неабияких зусиль аби знайти простір для зелених насаджень та поліпшити якість життя городян. На вулицях багатьох сучасних міст концентрація діоксиду азоту (NO_2), який згубно впливає на здоров'я людей, перевищує безпечні рівні. Натомість рослини покращують якість повітря, значно знижуючи вміст небезпечних речовин [9]. Останні дослідження показують, що зелені фасадні системи надають можливість контролювати надходження та втрати тепла, сприяючи покращенню теплового комфорту в приміщенні та зменшенню потреби в енергії для опалення або охолодження [10,11].

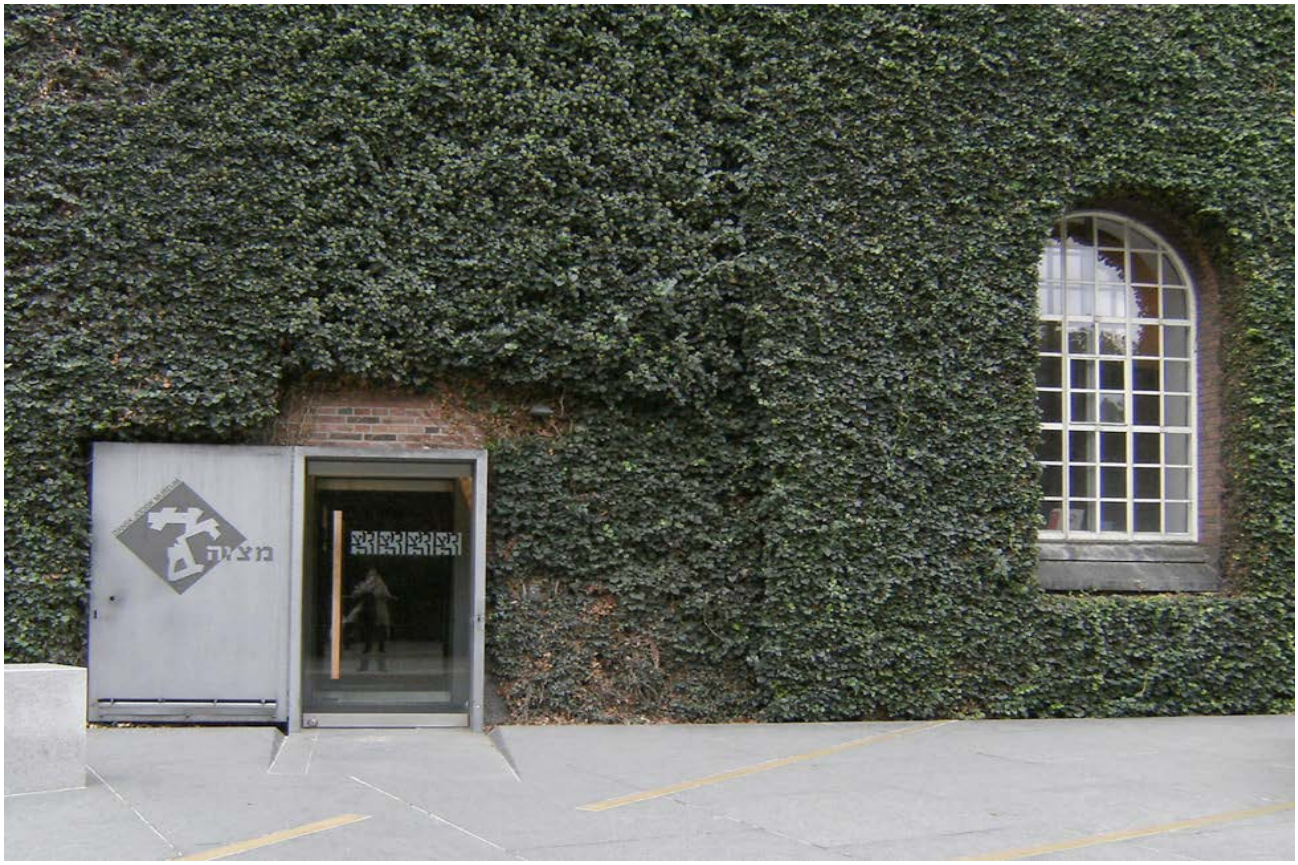


Рис. 2. Прямий зелений фасад, Голеган, Португалія.

Рис. 3. Суцільна система живих стін, Caixa Forum, Мадрид.

На думку авторів [12] вертикальне озеленення в містах за рахунок своїх первинних властивостей виконує наступні функції: конструкції виглядають естетично і позитивно впливають на психічний стан людини (зелений колір рослин); рослини спричиняють тонізуючу та заспокійливу дію (запахи), знезаражують і очищають навколишнє середовище (фітонциди), стабілізують температуру в будинку, рослини є природними біоіндикаторами, також підкреслюють архітектуру будівель, надають йому оригінального вигляду і при цьому ховають деякі дефекти (нерівності, тріщини).

Важливо наголосити, що вертикальні зелені насадження мають наступні переваги**:** зменшують вплив зовнішнього середовища: в зимовий час, прикриваючи обшивку будівель, зменшують її тепловтрати, тоді як влітку приймають на себе УФ-промені і пил; створюють кращий мікроклімат на ділянці, збагачуючи повітря киснем, очищаючи його від газу і пилу та зволожуючи [13]. Різноманітність витких рослин дає можливість періодично міняти зовнішній вигляд житла, а нескладна технологія виготовлення конструкцій, посадки і догляду за рослинами доступна для багатьох людей, хоча без стартового навчання не обійтися.

Слід відзначити, що поряд з перевагами є і відчутні вимоги, а саме**:** необхідність періодичного догляду для естетичного вигляду, а також вартість

конструкцій, яка, як правило, є досить висока. До того ж вертикальне озеленення потребує спеціально підібраних матеріалів та наповнення. При можливості певні конструкції бюджетно можна виготовити своїми руками, при цьому вони матимуть не менш привабливий вигляд.

Існує два підходи вертикального озеленення: екстенсивне і інтенсивне [14]. Екстенсивне підходить, як для міських багатоповерхових будівель, так і для приватних будинків. Інтенсивний спосіб озеленення більше підходить для офісів і багатоповерхових комплексів. Розрізняють кілька варіантів озеленення, а саме: суцільне озеленення стін, часткове озеленення та створення окремих композицій [15]. Малоповерховий, або багатоповерховий будинок, стіни якого повиті плющем, завжди прикрашає вулицю. Неспроста сади, розбиті на фасадах – це не просто увита рослинністю стіна, а ціла інженерна конструкція, оснащена системою поливу.

Види вертикального озеленення можна класифікувати за кількома особливостями. По прийомам вертикальне озеленення ділять на 2 групи: суцільне вертикальне озеленення та часткове вертикальне озеленення. Суцільне вертикальне озеленення часто використовується для того щоб приховати дефекти будівлі або замаскувати глухі стіни і фасади, на яких практично немає інших декоративних елементів. Зазвичай для такого озеленення характерні в'юнкі рослини. Часткове озеленення несе, як правило, декоративну функцію. За допомогою даного озеленення оформляють фасади будівель і споруд, розташовуючи його в місцях відсутності віконних і дверних прорізів [16].

Згідно принципів підбору композиційних поєднань вертикальне озеленення ділиться на 3 групи: за функціональним, за екологічним та за декоративним принципами [17].

Функціональний принцип підбору - принцип підбору, при якому вертикальне озеленення необхідно в силу різних факторів. Ними може бути необхідність збагачення середовища киснем, теплорегуляція, захист від шуму вулиць і пилу, створення тіні, тощо. Для того, щоб рослини ефективно виконували ці функції, слід брати враховувати їх природні характеристики: густоту, висоту, щільність листя. Екологічний принцип розглядає в якості головного фактора погодні умови, найкращі для кожного виду рослин, також температуру, склад і родючість гранту, а також орієнтація будівлі по сторонах світу. Декоративний принцип являє собою принцип підбору, при якому вертикальне озеленення повинно приховати недоліки даної будівлі або, навпаки, підкреслити особливість того чи іншого фасаду. При цьому підборі дуже важлива текстура листя рослин, їх щільність і тривалість періоду цвітіння [18].

Технологічно на сьогоднішній день розрізняють кілька основних систем вертикального озеленення, які розподіляються за принципом роботи:

1.Повстяні системи (гідропонні);

2.Модульні системи (з використанням субстрату) ;

3.Контейнерні системи (висадка в горщики).

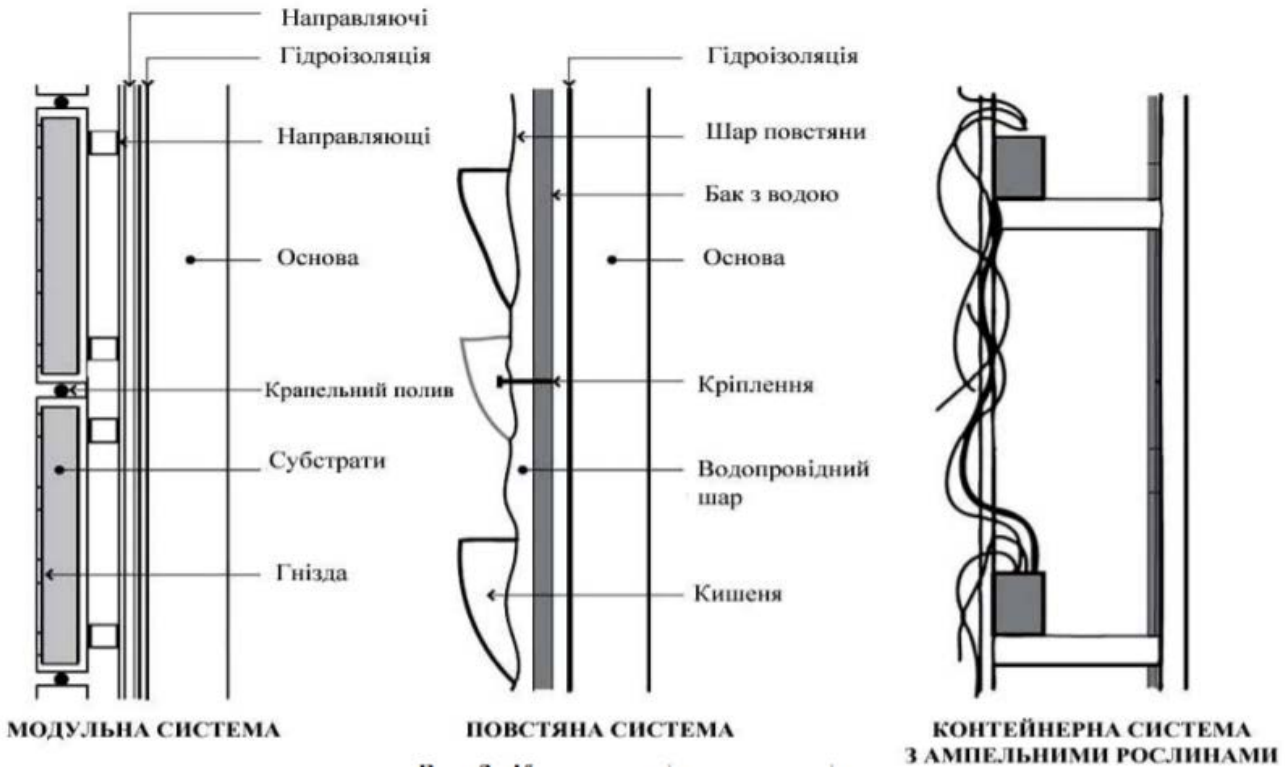


Рис.4. Схеми систем вертикального озеленення

Найбільш набирає популярність технологія вертикального озеленення - це гідропонна або повстяна технологія. В основі конструкції лежить рама, яка прикріплена безпосередньо до фасаду, що декорується. На металевий каркас рами встановлюється ПВХ пластини (ПВХ) по 10 мм. Далі кріпиться шар з повстю поліамідного волокна, який зовні чимось схожий на сфагнум. Даний шар фіксується кишенями приблизно 20 * 20 см. Після чого проводиться система дренажу і система автоматизації крапельного поливу, які включають в себе невеликі труби і насоси, які постачають воду і різні добрива для рослинності.

Модульна система озеленення прийшла в повсякденне життя відносно недавно. На фасаді встановлюється спеціальна рама, після чого прикручуються вертикальні стійки з кронштейнами для фіксації модулів з завчасно обраним кроком конструкції. Далі розгортається гідропонна система зрошення і йде наладка освітлення. Система поливу модулів, досить, зручна, так як вона може бути вбудована в конструкцію панелі будь-якої форми. У модулях

використовуються особливі, заздалегідь вирощені рослини. Їх особливість полягає в тому, що вони пристосовані виключно для вертикального зростання. З'єднуючи модулі один з одним, ландшафтні дизайнери отримують оригінальні візерунки та орнаменти з рослинності, які, як правило, проектують заздалегідь.

В основі однієї з найвідоміших технологій вертикального озеленення – контейнерного, лежить несучий гідроізольований металевий каркас, який поділяється на три види: а) каркасна сітка; б) вбудований каркасний стелаж; в) переносний каркасний стелаж з направляючими. Безпосередньо на самому каркасі фіксується система поливу, яка представляє собою обширну мережу з пустотілих труб, і попередньо спроектованих горщиків з ґрунтовим субстратом, в які згодом висаджують рослини. До кожного горщика проводиться особиста зрошувальна трубка для подачі води і добрив [19,20]. Як правило, дана система поливу підключається до системи водопостачання і каналізації. Найчастіше дані каркасної конструкції оснащуються додатковим освітленням. Найбільш підходящі рослини для озеленення в горщиках - це ампельні рослини з довгим гнучким стеблом, які дуже красиво виглядають на підвісних конструкціях.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика систем вертикального озеленення.

Критерій порівняння	Повстяна система	Модульна система	Контейнерна система
Спосіб монтажу	Повстяні кишені	Заготовані модулі	Контейнери (горщики)
Система поливу	Гідропонна система поливу	Гідропонна система поливу	Система труб, підведена до системи водопостачання
Система дренажу	Здійснюється	Не здійснюється	Не здійснюється
Експлуатаційний догляд	Простий	Простий	Складний
Змога здійснювати декорацію	повстяну стіну неможливо змінити, потрібно виконувати демонтаж	Зміна декорації за допомогою перестановки модулів	Заміна декорації шляхом переміщення контейнерів в різних комбінаціях
Вид використовуваного озеленення	Суцільне озеленення, часткове озеленення (рідко)	Суцільне озеленення (рідко),часткове озеленення	Суцільне озеленення, часткове озеленення

Проаналізувавши дані з Таблиці 1, можна помітити, що найбільш вдалою системою озеленення для суцільних, глухих стін і фасадів є повстяна система. Вона також підходить і для стін, на яких потрібно приховати різного виду дефекти. Для озеленення та часткового декорування найбільш підходящою є модульна система озеленення, так як вона володіє найбільш високими художньо-декоративними властивостями. Для ландшафтного озеленення краще всього використовувати контейнерну систему. Також ця система буде зручною при оформлення частин будівлі, що виступають.

Для визначення економічної доцільності проведемо розрахунок середніх витрат на установку систем озеленення на заданій нами стіні площею 4 * 6 м. Нижче наведені середні витрати на встановлення різних систем озеленення (табл.2).

Таблиця 2.

Середні витрати на матеріали для різних систем вертикального озеленення.

Назва	Кількість	Вартість за шт, грн	Загальна вартість, грн
1	**2**	**3**	**4**
Повстяна система			
Бак з водою	1 шт	1226	1226
Труба 16”	140 м	38,3	5363
Кишені войлокові 200*200 мм	600 шт	0,75	434
ПВХ	4 шт	3794,5	15178
Гідрогель	9 кг	498	4482
Профіль 3000*100*50 мм	19 шт	68,95	1310
Кріплення для профіля	35 шт	14,57	510
Таймер подачі води	1 шт	1542	1542
Всього:			**30045**
Модульна система			
Труба 16”	75 м	38,25	2869
Фітомодулі 400*420*32 мм	140 шт	1912	267775
ПВХ	4 шт	3789	15156
Гідрогель	4 кг	497,25	1989

1	2	3	4
Профіль 3000*100*50 мм	19 шт	68,84	1308
Кріплення для профіля	35 шт	14,50	508
Кріплення для профіля	35 шт	14,50	508
Кронштейн для кріплення модуля	280 шт	9,17	2570
Таймер подачі води	1 шт	1542	1542
Всього:			**293717**
Контейнерна система			
Тримач для труб 16”	270 шт	6,88	1859
Т-подібний зубчатий фітинг 16”	600 шт	27,15	16296
Г-подібний зубчатий фітинг 16”	59 шт	26	1534
Заглушка 16”	1 шт	4,22	4,22
Крапельний кінцевик 5*3	600 шт	5,75	3442
Труба 16”	140 м	38,25	5355
Контейнер (горшок) 200*200*200 мм	600 шт	12,25	7344
Каркасна сітка	2 шт	288	576
Ґрунт	2100 л	3,13	6587
Профіль 3000*100*50 мм	19 шт	68,84	1308
Кріплення для профілю	35 шт	14,50	508
Таймер подачі води	1 шт	1542	1542
Всього:			**46357**

Стосовно рослин, які використовуються для вертикального озеленення, то в південних широтах при створенні живих зелених стін використовують досить багато різновидів рослин, але не всі вони придатні для вирощування в наших кліматичних умовах. Для декорування фасадів на території України в основному використовують такі рослини як: дівочий виноград, амурський виноград, арістолох, лунонасінник даурський, каприфоль. Ці види рослин дуже

швидко ростуть, не вимагаючи при цьому особливого догляду, мають здатність адаптуватися до будь-яких погодних умов і температур.

Феномен «негативного фототропізму» - поява хвороби світла у витких рослин - досить поширений. В першу чергу, це стосується *циссуса, Hedera, Campsis, Parthenocissus tricuspidata* і т.д. Такі рослини тримаються безпосередньо на поверхні і тиснуть на неї своєю вагою, тому для озеленення фасаду вони не підходять. Для цих цілей рекомендуються ліанові (в'юнки), вусикові рослини та плющі. Також можна розглядати використання таких рослин як: *ломонос (clematis vilicella), акебія (akebia quinate), гліцинія китайська (wisteria sinensis) садовий жасмин (aristolochia macrophylla)*, багаторічний хміль, різні сорти плющів.

Як бачимо з табл.2 економічно найефективнішою є повстяна, а найбільш затратною є модульна, але слід зазначити, що в процесі експлуатації модульна є досить невибагливою і дозволяє при необхідності легко змінити певні модулі, а декоративний ефект від такої системи озеленення має найвищу ступінь, в порівнянні з іншими. Саме цей спосіб озеленення має найбільшу естетичну привабливість та може створюватись як художнє авторське декоративне панно. Ми хочемо проілюструвати даний підхід візуальним концептом озеленення фасадів відомих будівель міста Ужгорода.

Рис.5а. Медичний факультет Ужгородського національного університету.

Рис.5б. Медичний факультет Ужгородського національного університету.

Рис.6а. Музично-драматичний театр м. Ужгорода

Рис.6б. Музично-драматичний театр м. Ужгорода

ВИСНОВКИ

Ідея покращення мікроклімату в межах міста за допомогою оздоблення фасадів будівель вертикальними зеленими насадженнями вважаємо дієвим рішенням, що здатне вплинути на покращення якості повітря міста Ужгород, оскільки зменшить загальний рівень вуглекислого газу (CO_2) та діоксиду азоту (NO_2), які згубно впливають на здоров'я містян, так як часто безпечний рівень значно перевищений. Рослини можуть покращити якість повітря, знизивши в цілому вміст небезпечних речовин. Дана концепція на теперішній час набирає тренду в багатьох містах світу.

В межах міста Ужгород поки є всього декілька подібних прикладів, зазвичай озеленені дахи приватних садиб, завиті плющем опорні стінки , але це не має масового характеру і скоріше є декоративним ландшафтним рішенням. Важливо, щоб саме концепт озеленення будівель для покращення клімату та зменшення шкідливих викидів, почав впливати на прийняття рішень стосовно комплексного включення вертикального озеленення у систему зелених насаджень міста [21]. Ми розглянули декілька видів вертикального озеленення і прийшли до висновку, що найкращим для наших кліматичних умов була б модульна система озеленення, але реалії повсякдення та необхідність значних перевтілень голосують за повстяний тип, до того ж він є досить поширеним та

найбільш бюджетним в порівнянні з іншими, які використовується для суцільних озеленень. Стосовно типу рослин, які ми вважаєм найбільш придатні для вертикального озеленення в місті Ужгород, то це: дикі сорти виноградів, каприфоль, арістолох та лунонасінник даурський [22 -24].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Virtudes A, Manso M. Green façades: as a feature in urban design. ICEUBI 2011. In: International Conference on Engineering. University of Beira Interior, Covilhã, Portugal; 2011.

2. Arnfield, A.J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island, International journal of climatology, 2003, 23(1), 1-26

3. Rizwan, A.M., Dennis, L.Y., & Chunho, L.I.U. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(1), 120-128.

4. Pérez G, Rincón L, Vila A, González J, Cabeza L. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Appl Energy, 2011;88:4854–9.

5.Kohler M. Green facades – a view back and some visions. Urb Ecosyst,2008;11:423.

6.Schmidt M. Energy saving strategies through the greening of buildings/ The example of the Institute of Physics of the Humboldt University in Berlin– Adlershof, Germany. Rio 3 – World Climate and Energy Event, Rio de Janeiro, Brazil; 2003.

7. Patrick Blanc: The Pioneer of Living Walls / South China Morning/ Post on June 7 2018.

8. Nathan Johnson/The story behind Patrick Blanc vertical gardens at Sydney's One Central Park https://www.architectureanddesign.com.au/author/nathan-johnson

9. Alexandri E, Jones P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Build Environ/ 2008;43: 480–93.

10. Ghaffarian Hoseini A, et al. Sustainable energy performances of green buildings: a review of current theories, implementations and challenges. Renew Sustain Energy Rev, 2013; 25:1–17.

11. Kontoleon K, Eumorfopoulou E. The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone, Build Environ 2010;45:1287–303.

12. Sheweka S, Magdy N. The living walls as an approach for a healthy urban environment. Energy Proc 2011;6:592–9.

13. Francis R, Lorimer J. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls, J Environ Manag, 2011;92:1429–37.

14. Fukuzumi Y. Plant growing method for greening wall surfaces. US 5579603;1996.

15. Aa.V.V. Introduction to Green Walls Technology. Benefits and Design. GreenRoofs for Healthy Cities; 2008.

16. Koumoudis S. Green wall planting module, support structure and irrigation control system. US 2011/0088319 A1; 2011.

17. Bass B, Baskaran B. Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas. CCAF Report B1046. Canada: National Research Council Canada, Institute for Research Canada; 2003.

18. Dunnett N, Kingsbury N. Planting green roofs and living walls. Portland/ London: Timber Press; 2008.

19. Perini K, Ottelé M, Haas E. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. Urb Ecosyst, 2013;16:265–77.

20. Perini K, Magliocco A. The integration of vegetation in architecture, vertical and horizontal greened surfaces. Int J Biol, 2012;4:79–91.

21. Kaynts D. I., Mykaylo O. A., Golyk Y. M."Green" Urban Trends as an Effective Means of Improving the Environmental State of the City of Uzhhorod. In book: International Scientific-Practical Conference Actual problems of science,education and technologies“ July 25, 2023, Bratislava, Slovakia

22. Швець В.В. Формування екологічного каркасу міста. Укриття під зеленим фасадом / В.В. Швець., К.С. Руденко, О.Г. Веремій // Сучасні технології: наук.-техн. Зб. – Вінниця. ВНТУ. 2011. – С. 139-143.

23. Ткачук П.В. Системний підхід до проектування екологічного житла на території України / П.В. Ткачук // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель: зб. Наук. Праць. – К.: Київ. ЗНДІЕП, 2003. – С. 170-176.

24. Kaynts D., Boyko N., Mykaylo O. /Monitoring of the "green" urban ecosystem of the city of Uzhhorod. Abstracts of XXX International Scientific and Practical Conference. Graz, Austria. Pp. 8-9. https://eu-conf.com/events/modernity-and-current-problems-of-society-regarding-the development-of-science.

Ph. D. Associate Professor **Kaynts Diana,**
Ph. D. Associate Professor **Mykaylo Oksana, Shvets Maksym,**
Uzhgorod National University

VERTICAL GREENING SYSTEMS IN THE CITY AND VISUAL SOLUTIONS FOR THE CITY OF UZHHOROD

An analysis of the characteristics of vertical "green" urban systems, also methods of their organization, constructive solutions and principles of operation in modern cities was carried out. The article provides a meaningful classification of such systems, describes their features, advantages and disadvantages, tools and structures, vegetation, and also compares the cost of consumables for each of the types.

This article describes the properties of vertical landscaping, argued for its positive impact on the city microclimate, ecology, health and psycho-emotional state

of residents. Based on the best world analogues and taking into account the need to introduce this type of landscaping into the structure of the complex city green zone, visual concepts for the transformation of facades and roofs of existing buildings in Uzhgorod were proposed.

Keywords: vertical "green" urban systems; greening of facades and roofs; vegetation; green facades; green roofs; city ecology.

REFERENCES

1. Virtudes A, Manso M. Green façades: as a feature in urban design. ICEUBI 2011. In: International Conference on Engineering. University of Beira Interior, Covilhã, Portugal; 2011. {in English}.

2. Arnfield, A.J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island, International journal of climatology, 2003, 23(1), 1-26. {in English}.

3. Rizwan, A.M., Dennis, L.Y., & Chunho, L.I.U. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. Journal of Environmental Sciences, 2008, 20(1), 120-128. {in English}.

4. Pérez G., Rincón L., Vila A., González J, Cabeza L. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Appl Energy, 2011;88:4854–9.

5. Kohler M. Green facades – a view back and some visions. Urb Ecosyst, 2008;11:423. {in English}.

6. Schmidt M. Energy saving strategies through the greening of buildings/ The example of the Institute of Physics of the Humboldt University in Berlin– Adlershof, Germany. Rio 3 – World Climate and Energy Event, Rio de Janeiro, Brazil; 2003. {in English}.

7. Patrick Blanc: The Pioneer of Living Walls / South China Morning/ Post on June 7 2018. {in English}.

8. Nathan Johnson/The story behind Patrick Blanc vertical gardens at Sydney's One Central Park https://www.architectureanddesign.com.au/author/nathan-johnson. {in English}.

9. Alexandri E., Jones P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Build Environ/ 2008;43: 480–93. {in English}.

10. Ghaffarian Hoseini A, et al. Sustainable energy performances of green buildings: a review of current theories, implementations and challenges. Renew Sustain Energy Rev, 2013; 25:1–17. {in English}.

11. Kontoleon K., Eumorfopoulou E. The effect of the orientation and proportion of a plant-covered wall layer on the thermal performance of a building zone, Build Environ 2010;45:1287–303. {in English}.

12. Sheweka S., Magdy N. The living walls as an approach for a healthy urban environment. Energy Proc 2011;6:592–9. {in English}.

13. Francis R., Lorimer J. Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls, J Environ Manag, 2011;92:1429–37. {in English}.

14. Fukuzumi Y. Plant growing method for greening wall surfaces. US 5579603;1996. {in English}.

15. Aa.V.V. Introduction to Green Walls Technology. Benefits and Design. GreenRoofs for Healthy Cities; 2008. {in English}.

16. Koumoudis S.. Green wall planting module, support structure and irrigation control system. US 2011/0088319 A1; 2011. {in English}.

17. Bass B., Baskaran B. Evaluating rooftop and vertical gardens as an adaptation strategy for urban areas. CCAF Report B1046. Canada: National Research Council Canada, Institute for Research Canada; 2003. {in English}.

18. Dunnett N., Kingsbury N. Planting green roofs and living walls. Portland/ London: Timber Press; 2008. {in English}.

19. Perini K., Ottelé M., Haas E.. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. Urb Ecosyst, 2013;16:265–77. {in English}.

20. Perini K., Magliocco A.. The integration of vegetation in architecture, vertical and horizontal greened surfaces. Int J Biol, 2012;4:79–91. {in English}.

21. Kaynts D.I., Mykaylo O.A., Golyk Y. M."Green" Urban Trends as an Effective Means of Improving the Environmental State of the City of Uzhhorod. In book: International Scientific-Practical Conference Actual problems of science,education and technologies“ July 25, 2023, Bratislava, Slovakia/.{in English}.

22. Shvets V.V. Formation of the ecological frame of the city. Shelter under the green facade / V.V. Shvets., K.S. Rudenko, O.H. Veremiy // Modern technologies: science and technology. Coll. - Vinnitsa. VNTU. 2011. – P. 139-143. {in Ukrainian}.

23. Tkachuk P.V. A systematic approach to the design of ecological housing in the territory of Ukraine / P.V. Tkachuk // Prospective trends in the design of residential and public buildings: coll. Science Working - K.: Kyiv. ZNDIEP, 2003. - P. 170-176. {in Ukrainian}.

24. Kaynts D., Boyko N., Mykaylo O. /Monitoring of the "green" urban ecosystem of the city of Uzhhorod. Abstracts of XXX International Scientific and Practical Conference. Graz, Austria. Pp. 8-9. https://eu-conf.com/events/modernity-and-current-problems-of-society-regarding-the development-of-science. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.68-79
УДК 72.01;725
Мустафа Махмуд Абдулгані Мустафа,
mustafa_ma@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-0634-9313,
Київський національний університет будівництва і архітектури

АРХІТЕКТУРНА ВИРАЗНІСТЬ ОБ'ЄКТІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РОЗТАШОВАНИХ НА ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНИХ ВУЗЛАХ

Розглянуто переваги висотного будівництва на значних транспортно-пересадочних вузлах при в'їзді до міст на прикладі аналізу Містобудівної концепції розміщення висотних будинків і споруд в Києві, розробленої Українською академією архітектури та проектів київських архітекторів. Закономірності побудови об'ємно-просторової композиції висотних будівель поділено за типами та надано характеристики кожного з них. Враховано історичний аспект формування композиційних ансамблів

Ключові слова: транспортно-пересадочний вузол; об'єкти обслуговування; висотний комплекс, композиційна домінанта.

Постановка проблеми.

Багаторічний світовий досвід висотного будівництва та відповідні наукові дослідження свідчать про різні прийоми розміщення хмарочосів у міському середовищі. В містах, зі своєрідною історичною забудовою не передбачається спорудження хмарочосів в центральній частині міста. В більшості міст Європи нові багатоповерхові громадські комплекси формуються переважно в периферійних зонах. Урбаністичні зони – це в основному території навколо наближення до центру крупних транспортно-пересадочних вузлів. І одна з найбільш сприятливих для творчості зона – на в'їзді до міста, які потребують акцентування і стають своєрідними брамами і символами міста для приїжджих, композиційними домінантами. Їх позиціонують як локальні, урбаністичні, планувальні акценти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відповідності до наказу Президента Українською академією архітектури (УАА) було розроблено «містобудівну концепцію розміщення висотних будинків і споруд в Києві на період до 2020 р.», якою не передбачається розміщення та будівництво висотних будівель і споруд в центральній частині міста та в інших історичних ареалах, зонах охорони пам'яток історико-культурної спадщини, природного ландшафту, що охороняється, та в межах природно-заповідного фонду. Були запропоновані ділянки, сприятливі для експериментальної забудови.

Згідно з концепцією, розробленою під керівництвом президента УАА В.Г. Штолька, розміщення нових висотних домінант повинно бути спрямованим перш за все на створення чіткої архітектурно-містобудівної й об'ємно-просторової композиції головних містобудівних вузлів на перетині міських магістралей [1]. Поверховість провідних висотних комплексів в Києві визначається в межах 50-80 поверхів, а на околицях – до 100-120 поверхів, що на думку авторів забезпечить різноплановість просторової композиції та силуетність окремих містобудівних комплексів. На лівобережжі Києва пропонується утворювати більш укрупнені комплекси в складі систем різноповерхових висотних будинків переважно громадського призначення. За концепцією формування «корони» та «намиста» висотних будівель як композиційних домінанту м. Києві. Акцентні громадські центи пропонується формувати біля стацій метрополітену, пересічень радіальних та кільцевих доріг [2].

Нові центри ділової активності – в районі Рибальського півострову, Нижньої Телички, Корчуватого та інших деградованих промислових зон. Також серед інших комплексів біля станцій метро одна з ділянок – Лівобережний висотний містобудівний комплекс в межах вул. Микільсько-Слобідської та Броварського проспекту, про прийоми формування якого і піде мова у статті.

Дана робота спирається на наукові праці, в яких досліджено транспортно-пересадочні вузли та глобальні містобудівні проблеми: А.Е. Гутнова, [3], В.Г. Штолька [1], С.С. Кельби [4-6], В.А. Щурової [7, 8]; ті, що присвячені висотному будівництву: Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Г.Л.Ковальська [9], Першаков В.М., Бєлятинський А. . [10],Чижмак Д.А. [11], Шокрі Ш. [12], Алідад Р.[13];та естетиці архітектури: Мардер А.П. [14], Булах І.В. [15-17], Ольховська О. В. [18], Панченко О.О. [19].

Актуальність. Сьогодні архітектурно-містобудівні ансамблі, розташовані на в'їздах до найкрупніших міст України та світу, грають роль «візитної картки» і потребують уваги для створення індивідуального цілісного символічно-художнього образу. На формування концепцій та вибір засобів проектування зазвичай впливають: розташування транспортно-пересадочного вузла в структурі міста, його потужність та кількість видів транспорту, які перетинаються в ньому, оточуюче середовище з об'єктами обслуговування та його перспективний розвиток у залежності від додавання зупинок і станцій різних видів транспорту.

Метою публікації є визначення напрямків естетичного розвитку архітектури в композиції забудови транспортно-пересадочних вузлівна важливих в містобудівному значенні ділянках.

Методи досліджень. Аналітична частина дослідження проведенана прикладі історичного розвитку середовища біля станції метро «Лівобережна» концепції розташування висотних будівель у місті Києві.

Основна частина.

Проектування нових та оновлення існуючих архітектурно-містобудівних ансамблів слід розуміти і сприймати як символічні «міські брами» або «входи до міста. З цієї позиції, містоформуючі ансамблі потребують особливої естетичної виразності й зображальності містобудівних і об'ємно-просторових рішень, підкріплених концептуальною основою з елементами філософського і художньо-естетичного обґрунтування. Зазвичай такі ансамблі розміщують на вилітних магістралях і їх перетині з окружними дорогами. При цьому слід орієнтуватися також на досвід символізації художнього образу архітектурно-містобудівного ансамблю, що розташовується в середині міста і включає автостанції, залізничний вокзал, аеровокзал, річний порт та ін., як це було зроблено у проекті «Міської Брами» у центральній частині міста (К. Танге, М. Скоп'є) [16].

На транспортно-пересадочних вузлах доцільно формувати багатопрофільні комплекси з висотними композиційними домінантами. Висотні комплекси – своєрідна візитна картка лідерства провідних фірм. Унікальні архітектурні рішення і висота слугують підняттю іміджу компаній. Перед архітекторами стоїть складна задача вирішити образ будівлі на в'їзді до найзначніших міст показати статут міста, його основний архітектурний стиль та можливості для створення нового. Сучасні інвестори в Україні розглядають підвищення поверховості будинків з метою раціонального освоєння територій. В містобудівному аспекті висотні композиції акцентують вагомі планувальні вузли. Більшість висотних будівель в різних країнах світу призначені для офісів. Комерціалізація стосується і незвичного дизайну фасадів хмарочосів, використання новітніх технологій, виявлених назовні. Це керівний момент сучасності, коли будівля сама себе рекламує. Початок формування мегакомплексів можна зафіксувати з будівництва Рокфелер-Центру 1940 – 1973 рр. Центр був оточений чотирнадцятьма будинками комплексу з сімома об'ємами, які зайняли три квартали району Манхеттен [9].

Луїс Саллівен сформулював оптимальну функціональну схему по вертикалі: перша частина в два нижніх поверхи – магазини, банки зі зручними входами; друга частина – основна, котра складається з типових поверхів офісних чи готельних приміщень; третя частина – завершення з технічних поверхів та сучасних ресторанів і оглядових майданчиків. За словами Л. Саллівена хмарочос має прагнути у височінь і усе, не виключаючи деталей має бути величавим, урочистим.

Особливих вимого до пожежної безпеки та стійкості конструкцій після 11 вересня 2001 року Норман Фостер пропагував нестандартні підходи архітектурно-планувальних та інженерно-технічних рішень, що забезпечують комфорт внутрішнього середовища.

Українською Академією архітектури України розроблено схему розміщення висотних будівель в місті Києві, яка являє собою своєрідне намисто з хмарочосів, розташованих на в'їзді до Києва з усіх міжміських напрямків[2].

Нові архітектурні стилі, спеціальні технічні та композиційні ефекти для індивідуалізації образу, засоби енергозбереження, комп'ютерного оснащення. Актуальною є тема архітектури верхівки хмарочосу. В перспективі – це безкінечний розвиток і самодостатні самовідновлювальні структури. Напрямок біоекологічної архітектури. Башта-місто із запозиченням структуро формуючих принципів живої природи [8].

Пріоритет щодо підвищення поверхів мають громадські споруди різного призначення.

Розглянемо прийоми формування висотних композицій на прикладі лівобережної частини міста Києва, де домінанти не перешкоджають пам'яткам архітектури правого берега і немає конфліктів з історичною забудовою. Висотні будівлі є акцентними елементами забудови, які формують висотний силует міста, його візуально-просторові зв'язки. Формоутворення таких об'єктів повинно здійснюватися як унікальних, знакових, композиційно-виразних і цілісних структур міського середовища. Висотність потребує особливих підходів до художньо-композиційної виразності, вибору прийомів формоутворення, виявленню стильової злагодженості елементів об'ємно-просторової композиції.

Розглянемо прийом формування домінантної композиції будівель транспортно-пересадочного вузла на прикладі середовища станції метро «Лівобережна». Броварський проспект являє собою важливу магістраль для в'їзду і виїзду з Києва. Червона гілка метро і сама станція «Лівобережна» активно використовується великою масою людей, що проживають на Лівобережному масиві, Русанівці, Березняках, району ДВРЗ. Вулиця Євгена Сверстюка та Раїси Окіпної виступають як головні та зв'язані кільцевою дорогою. Також додаються і залізничні маршрути та міська електричка, яка курсує через весь Київ. Інфраструктура різноманітна і Лівобережний масив претендує на центральну роль Лівого берега. Тут є в наявності навчальні заклади, житлові комплекси і будинки, торговельні центри, продуктові магазини на магазини побутових товарів, головна виставкова платформа Києва – Лівобережний Виставковий центр, хлібозавод, готель «Турист», театр драми і комедії тощо. Але не дивлячись на те, що ця територія має таке важливе

значення, проблема полягає в тому, що є хаотична забудова об'єктами обслуговування тимчасового характеру, занедбані гаражі та ін. У 60-х роках з центру Києва в район Лівобережної планувалося винести своєрідне «сіті» [21]. І проект громадського центру з об'єктами обслуговування в зоні сучасної станції метро «Лівобережна». На місці сучасного ТЦ «Комод» пропонувалося збудувати Будинок народної, науково-технічної творчості. Будівлю Лівобережного громадського центру планувалося побудувати в районі Микільської Слобідки, де зараз знаходиться Греко-католицький собор, Міжнародний виставковий центр і житло.

Біля будівлі громадського центру було задумано будівництво монорельсу, який би зв'язав район метро з Воскресенкою і Троєщиною. Передбачалися також різні громадські простори, критий ринок, торгівельні центри, готелі тощо. Монорельс пропонувалося пустити вздовж Дніпра через весь лівий берег, щоб вдосконалити транспортну систему столиці. Але цей проект не був впроваджений у життя.

Була ідея побудови моста-еспланади через Дніпро, який би проходив через острови від Поштової площі і на якому б розташовувався громадський простір з концертними залами, спортивними спорудами, стадіоном і простором для пішохідних прогулянок. Як міст у Флоренції через р. Арно. У 60-х-70-х роках існувало ще кілька проектів будівництва висотних будівель на Лівобережній. На місці сучасного Міжнародного виставкового центру планувалося збудувати концертний зал, а у висотні будівлі мали переїхати всі адміністративні функції. Проект «Київпроекту» у 1972 році схожий на вежі Міжнародного торгівельного центру Нью-Йорку. В реальності на сьогодні сучасні споруди збільшили навантаження на метро. Перенесення адміністративного центру міста також не здійснилася, більш реальними здавалися пропозиції щодо розбудови сіті-центру на Рибальському острові або на Теличці.

Є проект комплексу урядових споруд в районі Теличка, розроблений архітекторами А. Аніщенком, І. Петровим, В. Шпарою в 2006 році. Загальна площа 110000 кв.м. Концепція В.І. Книша щодо розташування Центру Державного управління України відрізняється тим, що автори відмовляються від побудови вертикальних домінант задля збереження єдиного київського ландшафту та статусу Видубицького комплексу, концентрований мультитранспортний вузол [2].

«Вічне сяйво» – комплекс на Рибальському півострові, що складається з ділового комплексу з готелем – це частина проекту «Київ-Сіті» керівник авторського колективу В.І. Книш. Крім зведення будівель масштабний проект

потребує облаштування потужного транспортного вузла: станцію метрополітену, транспортно-пішохідний термінал тощо.

Проект 2005 року лівобережного багатофункціонального комплексу архітектурної спілки АБ С. Бабушкін являє собою комплекс висотного подвійної будівлі з переходом висотою в кілька поверхів у верхній частині. Розвинений стилобат виходить по р. Дніпро і акцентується ще однією висотною будівлею із завершенням із золотою напівсферою. Це комплекс готельно-офісного та торгівельно-розважального призначення. Загальна площа земельної ділянки 5,7412 га. Загальна площа забудови – 24251 м. кв. Житлово-офісний комплекс з апартаментами, загальна площа земельної ділянки – 32522,7 м.кв., загальна площа забудови 10091,7 м.кв. Готельно-офісний комплекс, загальна площа земельної ділянки 23553,6 м.кв., загальна площа забудови – 5357,2 м.кв.

Закономірності побудови об’ємно-просторової композиції висотних будівель можна поділити за типами.

Перший тип – поодиночний об’єм, що має яскраво виражену вертикальну спрямованість з компактною або складною конфігурацією в плані, змінний перетин по висоті об’єму зі східчастим або плавним переходом між поверхами.

Другий тип – висотний комплекс з кількома будівлями баштового типу, що з’єднуються між собою горизонтальними об’ємно-просторовими частинами, які являють собою стилобат у нижній частині, переходи або декілька поверхів у верхній частині.

Третій тип – будівля в групі об’ємів різної форми і висоти, з’єднаних між собою просторово і знаходяться на певній відстані один від одного і з’єднується або горизонтальними переходами або в нижній частині, або декілька поверхів у верхній. На формоутворення висотного комплексу впливають різні аспекти: іміджева значущість, функціональне призначення, можливості використання сучасних будівельних і оздоблювальних систем. Більшість висотних комплексів мають в основі своєї форми прості геометричні фігури. За допомогою прийомів виявлення композиції простих об’ємів досягається її виразність.

Серед прийомів архітектурної виразності висотних будівель слід виділити такі, як6 створення цілісно сформованої об’ємної форми, яка має чітко виражений силуетний контур. Сполучення прийомів формоутворення при організації архітектурно-художньої виразності висотних об’єктів дозволяє отримати велике розмаїття варіантів гармонійних, цілісних і динамічних висотних структур. Під час проектування висотних форм необхідно використовувати закономірності побудови композиції, елементи, що утворюють форму повинні відповідати стильовій єдності, композиція має бути врівноваженою, необхідно впорядковувати всі елементи форми за допомогою

метро-ритмічних закономірностей, симетрії і асиметрії. Важливим також є створення співрозмірності елементів між собою за допомогою пропорційних систем членування.

Важливим композиційним акцентом у висотних формах є елементи завершення. Вони можуть бути об'ємними у вигляді різних геометричних фігур, які підкреслюють стилістику основної форми, просторовими у вигляді легких металевих конструкцій, що мають декоративне і водночас функціональне призначення – антени, інженерні щогли, обладнання для вироблення енергії тощо. Та об'ємно-просторовими, коли пластика елементів завершення включає і об'ємні елементи і просторові конструкції.

Пошук знакових композиційно-художніх якостей висотних споруд та оптимальних функціонально-планувальних рішень вимагає від архітекторів використання та сполучення різних планувальних прийомів, одним з яких є проектування атріумів в структурі висотних будівель в розширених стилобатах тощо. Атріуми дозволяють збільшити глибину корпусу, висвітлення зсередини будинку. На сучасному етапі головним фактором, що надає найбільшу перевагу, стає його можливість акумулювати сонячну енергію, утримувати тепло всередині споруди, забезпечувати внутрішні простори природнім світлом, природною вентиляцією, сприяти значному збільшенню енергоефективності та економічності будинку.

Атріумні простори функціонально організують висотний будинок, надають йому більш масштабний характер сприйняття як у міському середовищі, так і в інтер'єрі, організовують рух людей. Атріуми створюють у будівлі почуття вільного простору та світла, вони є ідеальним місцем для формування рекреації, виставкових зон, тощо.

Висновки. У результаті аналізу проектів забудови транспортно-пересадочних вузлів згідно концепції було намічено основні типи побудови об'ємно-просторової композиції висотних будівель. Історичний аналіз одного з вузлів показав, як змінюється відношення до стильових характеристик архітектури у зв'язку з розвитком певних стильових течій в світі. Архітектурна виразність об'єктів обслуговування, розташованих на транспортно-пересадочних вузлах на важливих в містобудівному значенні ділянках потребує подальшого дослідження в напрямку з урахуванням усіх можливих сполучень видів транспорту та містобудівного характеру вузла.

Список джерел

1. Штолько В.Г. Архітектурно-містобудівні аспекти розміщення висотних будинків і споруд у Києві. *Нові технології в будівництві: Науково-технічний журнал.* К. : НДІБВ, 2009. Вип. 1-2. С. 6–15.

2. 300 лучших: Башни, небоскребы, высотное строительство. *А.С.С.* – К., 1999, Вип. 6. 161 с.

3. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 1984. 130 с.

4. Кельба С.С. Конструктивні рішення в'їзних комплексів великих міст *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2011. Вип. 27. С. 228-234.

5. Кельба С.С. Архітектурно-планувальна організація в'їзних комплексів. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2012. Вип. 29. С 390-399.

6. Кельба С.С. Архітектурно-планувальна організація в'їзних комплексів крупних та крупніших міст України: Дис. … канд. архітектури: 18.00.02. – Київ: КНУБА, 2012. 185 с.

7. Щурова В.А. Архітектурно-планувальна організація міської забудови у зоні впливу транспортно-пересадочних вузлів: Дис. ... канд. арх.: 18.00.04 / КНУБА. – К., 2005. 174 с.

8. Щурова В.А. Особливості сприйняття просторових величин міського середовища. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. К.: КНУБА, 2006, Вип. 15. С. 280-284.

9. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування висотних будинків. Навчальний посібник за загальною редакцією Л.М. Ковальського. – К.: КНУБіА, 2010. 123 с.

10. Першаков В.М., Бєлятинський А.О., Бакулін Є.А.,Бакуліна В.М., Болотов Г.І., Попович І.О. Тенденції розвитку світового висотного будівництва. *Містобудування та територіальне планування.* К.: КНУБА, 2016. Вип. 29. С. 62-72. https://www.researchgate.net/publication/365995931_Tendencii_rozvitku_svitovogo_visotnogo_budivnictva

11. Чижмак Д.А. Особливості функціонально-планувальної організації висотних екологічних адміністративних будівель. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування.* К.: КНУБА, 2013. Вип. 32. С. 498-501.

12. Шокрі Ш. Регіоналізм та ідентичність як тенденція у проектуванні висотних багатофункціональних комплексів у країнах з жарким кліматом. *Вісник національного університету «Львівська політехніка». Серія «Архітектура»,* 2019. Том 1. Вип. 1. С. 99-105 DOI: https://doi.org/10.23939/sa2019.01.099 99-105

13. Алідад Р. Архітектурно-планувальна організація висотних адміністративних будівель в Ірані: автореф. дис. … канд. архіт.: 18.00.02. К.: КНУБА, 2017. 22 с.

14. Мардер А.П. Понятійно-теоретичні основи естетики архітектури: автореф. дис. д. арх. К.: КДТУБА, 1996. 31 с.

15. Булах І.В. Принципи символізації архітектурно-художнього образу міського середовища: автореф. дис. … канд. архіт.: 18.00.01. К.: КНУБА, 2016. 19 с.

16. Булах І.В. Символізація художніх образів у містобудуванні *Містобудування та територіальне планування.* К.: КНУБА, 2014. Вип. 51. С. 24-30.

17. Irina Bulakh, Tetyana Kashchenko, Maryna Harbar, Valentyna Praslova, Yuliia Riabets, Viktor Divak. The Integrity of the Artistic Image of the City Based on Symbolization (the Case of Modern Architecture of Dnipro, Ukraine). *Civil Engineering and Architecture*, May, 2022. Vol 10 (May, 2022) No 3. Pp. 874-887. https://doi.org/10.13189/cea.2022.100310

18. Ольховська О.В. Сучасні засоби впливу на естетичні якості архітектурного середовища (на прикладі Cobar Sound Chapel).// Міжнародна науково-практична конференція «Стратегічні орієнтири розвитку науки, освіти, технологій і суспільства». Біла Церква: ЦФЕНД, 2022. Ч. 2. С. 31 http://www.economics.in.ua/2022/11/05-2.html

19. Panchenko O.O. Systematization of the principles of the symmetrization of the architectural composition of the city. *Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach.* FL, USA, L&L Publishing, 2012 – P. 79-81.

20. WWW Енциклопедія Києва: Про URL: http://wek.kiev.ua/uk/%D0%9B%D1%96%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B0_(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE)

Mustafa Mahmood Abdulgani,
Kiev National University of Construction and Architecture

ARCHITECTURAL SPECIFICATION OF SERVICE FACILITIES LOCATED AT TRANSPORT AND TRANSFER NODES

The article examines the advantages of high-rise construction at significant transport and interchange nodes at the entrance to cities using the example of the analysis of the Urban Planning Concept for the Placement of High-rise Buildings and Structures in Kyiv, developed by the Ukrainian Academy of Architecture and Projects of Kyiv Architects. According to the concept developed under the leadership of the president of UAA V.G. Stolka, the placement of new high-rise dominants should be aimed first of all at creating a clear architectural and urban planning and

volume-spatial composition of the main urban planning nodes at the intersection of city highways.

The method of forming the dominant composition of the buildings of the transport and transfer hub is considered, using the example of the environment of the metro station "Livoberezhna". Brovarsky Avenue is an important highway for entering and leaving Kyiv. Modern investors in Ukraine consider increasing the number of floors of buildings in order to rationally develop territories. In the urban planning aspect, high-rise compositions emphasize important planning nodes. The construction regularities of the volumetric-spatial composition of high-rise buildings are divided into types and the characteristics of each of them are given. The historical aspect of the formation of compositional ensembles is taken into account on the example of the Livoberezhna metro station in Kyiv. The regularities of the construction of the volumetric-spatial composition of high-rise buildings are divided by type: a single object; a high-rise complex with several tower-type buildings connected by horizontal volume-spatial parts; a building in a group of volumes of different shapes and heights, spatially connected and located at a certain distance from each other. The search for iconic compositional and artistic qualities of high-rise buildings and optimal functional and planning solutions requires architects to use and combine various planning techniques, one of which is the design of atriums in the structure of high-rise buildings in extended stylobates, etc. The historical analysis of one of the nodes showed how the relationship to the stylistic characteristics of architecture changes in connection with the development of certain stylistic currents in the world.

Key words: transport interchange; service facilities; high complex; compositional dominant.

REFERENCES

1. Shtol′ko, VH. (2009) Arkhitekturno-mistobudivni aspekty rozmishchennya vysotnykh budynkiv i sporud u Kyyevi.[Architectural and urban planning aspects of placement of high-rise buildings and structures in Kyiv] *Novi tekhnolohiyi v budivnytstvi: Naukovo-tekhnichnyy zhurnal,* Vyp. (1/2), P-p. 6-15 {in Ukrainian}

2. 300 luchshikh: Bashni, neboskreby, vysotnoye stroitel'stvo. *A.S.S.* [Top 300: Towers, skyscrapers, high-rise construction]. – K., 1999, Vyp. (6). 161 p. {in Russian}

3. Gutnov, A.E. (1984) Evolyutsiya gradostroitel'stva. [The evolution of urban planning]. M.: Stroyizdat, 130 p. {in Russian}

4. Kel′ba, S.S. (2011) Konstruktyvni rishennya v'yiznykh kompleksiv velykykh mist. [Structural solutions of entrance complexes of large cities]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya, 27*. P-p. 228-234. {in Ukrainian}

5. Kel′ba, S.S. (2012) Arkhitekturno-planuval′na orhanizatsiya v″yiznykh kompleksiv. [Architectural and planning organization of entrance complexes]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya, 29.* P-p. 390-399. {in Ukrainian}

6. Kelba, S.S. (2012) Arkhitekturno-planuvalna orhanizatsiia vizdnykh kompleksiv krupnykh ta krupnishykh mist Ukrainy [Architectural and planning organization of entrance complexes of large and larger cities of Ukraine]: Dys. … kand. arkhitektury: 18.00.02. – Kyiv: KNUBA. 185 p. {in Ukrainian}

7. Shchurova, V.A. (2005) Arkhitekturno-planuvalna orhanizatsiia miskoi zabudovy u zonivplyvu transportno-peresadochnykh vuzliv [Architectural and planning organization of city building in zones of influence transplatation junction]: Dys. ... kand. arkh.: 18.00.04. – Kyiv: KNUBA. 174 p. {in Ukrainian}

8. Shchurova, V.A. (2006) Osoblyvosti spryynyattya prostorovykh velychyn mis′koho seredovyshcha. [Peculiarities of perception of spatial dimensions of the urban environment]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya, 15*. P-p. 280-284 {in Ukrainian}

9. Koval′s′kyy, L.M., Kuz′mina, H.V., Koval′s′ka, H.L. (2010) Arkhitekturne proektuvannya vysotnykh budynkiv. [Architectural design of high-rise buildings]. Navchal′nyy posibnyk za zahal′noyu redaktsiyeyu L.M. Koval′s′koho. – K.: KNUBA. 123 p. {in Ukrainian}

10. Pershakov, V.M., Byelyatyns′kyy, A.O., Bakulin, YE.A., Bakulina, V.M., Bolotov, H.I., Popovych, I.O. (2016) Tendentsiyi rozvytku svitovoho vysotnoho budivnytstva. [Trends in the development of world high-rise construction]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*, *29*. P-p. 62-72. {in Ukrainian}

11. Chyzhmak, D.A. (2013) Osoblyvosti funktsional′no-planuval′noyi orhanizatsiyi vysotnykh ekolohichnykh administratyvnykh budivel′. [Features of the functional and planning organization of high-rise ecological administrative buildings]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya, 32*. P-p. 498-501. {in Ukrainian}

12. Shokri, S.H. (2019) Rehionalizm ta identychnist′ yak tendentsiya u proektuvanni vysotnykh bahatofunktsional′nykh kompleksiv u krayinakh z zharkym klimatom. [Regionalism and identity as a trend in the design of high-rise multi-functional complexes in countries with a hot climate]. *Visnyk natsional'noho universytetu «L'vivs'ka politekhnika». Seriya «Arkhitektura»*. Tom 1. P-p. 99-105. {in Ukrainian}

13. Alidad, R. (2017) Arkhitekturno-planuval′na orhanizatsiya vysotnykh administratyvnykh budivel′ v Irani [Architectural and planning organization of high-rise administrative buildings in Iran]: avtoref. dys. … kand. arkhit.: 18.00.02. – Kyiv: KNUBA. 22 p. {in Ukrainian}

14. Marder, A.P. (1996) Ponyatiyno-teoretychni osnovy estetyky arkhitektury. [Conceptual and theoretical foundations of the aesthetics of architecture]: avtoref. dys. d. arkh. – Kyiv: KDTUBA. 31 p. {in Ukrainian}

15. Bulakh, I.V. (2016) Pryntsypy symvolizatsiyi arkhitekturno-khudozhn′oho obrazu mis′koho seredovyshcha [Principles of symbolization of the architectural and artistic image of the urban environment]: avtoref. dys. … kand. arkhit.: 18.00.01. – Kyiv: KNUBA. 19 p. {in Ukrainian}

16. Bulakh, I.V. (2014) Symvolizatsiya khudozhnikh obraziv u mistobuduvanni. [Symbolization of artistic images in urban planning]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*, *51*. P-p. 24-30. {in Ukrainian}

17. Bulakh, I., Kashchenko, T., Harbar, M., Praslova, V., Riabets, Y., Divak, V. (2022).The Integrity of the Artistic Image of the City Based on Symbolization (the Case of Modern Architecture of Dnipro, Ukraine). *Civil Engineering and Architecture*, Vol 10. No 3. Pp. 874-887. https://doi.org/10.13189/cea.2022.100310 {in English}

18. Ol′khovs′ka, O.V. (2022) Suchasni zasoby vplyvu na estetychni yakosti arkhitekturnoho seredovyshcha (na prykladi Cobar Sound Chapel). [Modern means of influencing the aesthetic qualities of the architectural environment (on the example of Cobar Sound Chapel)]. *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Stratehichni oriyentyry rozvytku nauky, osvity, tekhnolohiy i suspil'stva», 2.* Bila Tserkva: TSFEND. P. 31. http://www.economics.in.ua/2022/11/05-2.html {in Ukrainian}

19. Panchenko, O.O. (2012) Systematization of the principles of the symmetrization of the architectural composition of the city. *Scientific enquiry in the contemporary world: theoretical basics and innovative approach.* FL, USA, L&L Publishing. P-p. 79-81. {in English}

20. WWW Entsyklopediya Kyyeva: Pro. URL: http://wek.kiev.ua/uk/%D0%9B%D1%96%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B0_(%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE). {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.80-89
УДК 712.2
д. арх., професор **Панченко Т.Ф.**,
panchenko.knuba@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6341-230X,
к. арх., доцент **Голуб А.А.**,
golub.aa@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-7669-1459,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ МІСТОБУДІВНОЇ РЕВІТАЛІЗАЦІЇ ПРИРІЧКОВИХ ТЕРИТОРІЙ

Проаналізовано проблеми містобудівного освоєння та ревіталізації прирічкових територій. Запропоновано розширити понятійно-термінологічну базу водного законодавства із використанням додатково понять інших галузей знань: водна урбаністика; водні території (землі водного фонду); гідроенергетика; прибережні території; «контактна зона» прирічкових прибережно-водних територій; прирічкова рекреаційна система; прирічкова туристична система. Комплексна ревіталізація долин річок, які мають високий рівень урбанізації, передбачає екосистемний підхід серед яких сучасні містобудівні рішення просторового розвитку є провідними. Особливо актуальним це стає на фоні кліматичних змін, які набувають катастрофічної динаміки на урбанізованих територіях. Цю проблему висвітлено в низці міжнародних документів присвячених управлінню прирічковими територіями та проблемам зміни клімату: Стокгольмської декларації з довкілля (1972 р.), Всесвітньої Хартії природи (1982), Ольборзької хартії "Міста Європи на шляху до сталого розвитку"(1994 р.), 40-му Конгресі IFLA з "Розвитку водних і прибережних екосистем" в Калгарі (2003р.); 41-му Конгресі на Тайвані (2004р.), а також програми "Landscape in a Changing World" (2010 р.), Рамкової конвенції ООН "Про зміну клімату"UNFCCC Парижі (2015 р.), «Декларації ХАБІТАТ ІІІ» (2017 р.), програми сталого розвитку «Рейн 2020», Звіту ООН "Про світовий розвиток водних ресурсів: Вода і зміна клімату" (2020р.).

Ключові слова: ревіталізація річок; водна урбаністика; водні території; гідроенергетика; прибережні території; прирічкова контактна зона; прирічкова рекреаційна система; прирічкова туристична система.

Актуальність теми і постановка проблеми.

Протягом всього існування людської цивілізації формування поселень відбувалось вздовж річок, спершу через доступ до питної води, в подальшому - поселення на річках були привабливими для розвитку торгівлі, промисловості

та транспорту надаючи таким чином можливості цим поселенням перспективного розвитку. Але активний розвиток міст спричинив і появу проблем раціонального використання прирічкових територій. Неузгодженість планування призвела до появи екологічно небезпечних об'єктів і зон на цих територіях; та порушень, що потребують невідкладного містобудівного вирішення з метою покращення екологічної ситуації.

Виклад основного матеріалу.

Ефективності екологічних заходів щодо відновлення річкових артерій можна досягнути за умов врахування містобудівних аспектів прирічкових територій як прибережної, так і водної їх частин.

Концептуальний підхід до інтегрованого формування «еколого-містобудівних систем» вирішує два важливих завдання:

а) створення «екологічного каркасу» прирічкової території із вільною міграцією тварин та безперешкодним розповсюдженням типових видів рослин у кожній фізико-географічній зоні;

б) розвиток «містобудівної інфраструктури» на прирічкових територіях, у тому числі населених пунктів, промислових об'єктів, портів, гідротехнічних споруд тощо.

Для цього має бути забезпечено дотримання нормативних вимог Водного кодексу України щодо встановлення водоохоронних зон, виділення прибережних захисних смуг, обмеження в них господарської діяльності, а також, за потреби, потрібно створювати смуги відведення від різних водних об'єктів (канали, водойми, греблі), берегові смуги водних шляхів, зони санітарної охорони водних об'єктів у районах забору води [1].

Регулятором містобудівних процесів збалансованого розвитку природних та урбанізованих територій у межах впливу річок є ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [2], а також інші науково-методичні документи, завданням яких є виправлення проблемних ситуацій внаслідок [4] стихійної урбанізації прирічкових територій:

а) значна площа штучного покриття у забудованих частинах населених пунктів негативно впливає на режим підземних вод та плинність річкової поверхні, створюючи безперешкодний стік та умови для катастрофічних паводків;

б) деградація природного ландшафту вздовж річок у результаті інтенсивної господарсько-промислової забудови потребує здійснення як конкретних заходів із рекультивації та реабілітації окремих ділянок, так і широких реконструктивних робіт стосовно інженерно-технічного та архітектурно-ландшафтного благоустрою цілісної прибережно-водної території;

в) виникнення мілководних зон під час створення водосховищ зменшує площу продуктивних земельних ділянок, призводить до змін природного стану берегів;

г) наслідками урбанізації прирічкових територій є проблемні ситуації: підтоплення та затоплення окремих ділянок, порушення колообігу води, інфільтрація та зміни стану підземних вод, їх загального забруднення хімічними речовинами та каналізаційними стоками промислових, сільськогосподарських та житлових споруд, а також засмічення вод сторонніми матеріалами та предметами будівельної індустрії.

Ревіталізація річок передбачає здійснення комплексу заходів, спрямованих на подолання існуючих негативних явищ, підвищення природної та функціональної значущостей річок, а також на відновлення втрачених частин водних об'єктів та приведення їх до стану, придатного для використання, створення екологічно збалансованого та безпечного прирічкового середовища у процесі його реабілітації та інноваційного містобудівного освоєння.

Слід зазначити, що визначення понять основних термінів наведено у статті 1 Водного кодексу України, яким забезпечується регулювання правових відносин з метою раціонального використання вод для потреб населення, розвитку галузей економіки на основі унормованої експлуатації водних ресурсів, а також охорони та відтворення водних об'єктів [1]. Однак, деякі термінологічні аспекти водного господарства недостатньо висвітлено відповідно до нових наукових досліджень у цій сфері.

Представники української школи ландшафтних архітекторів протягом багатьох років здійснювали науково-дослідну та проєктну діяльність у галузі різних містобудівних аспектів, освоєння прибережних територій, зокрема, забудова прирічкових територій міст (О. Лєсков) [5], формування прирічкових рекреаційних систем (О. Сімонова), упорядкування водоохоронних зон річок (Н. Соковніна), архітектурно-ландшафтної організації прирічкових (прибережних та водних) територій (Л. Рубан) [6], містобудівної організації агломерацій на прибережних територіях Дніпровських водосховищ (В.Вадімов, Є.Самойленко) [4, 9, 10], просторової організації міських водно-зелених систем (А. В'язовька) [13], благоустрій узбережжя водойм (Т. Панченко) [7, 12]. Базуючись на цих та інших вітчизняних й зарубіжних роботах, доцільно розширити понятійно-термінологічну базу водного законодавства із використанням додатково понять інших галузей знань.

Водна урбаністика – напрямок економіко-географічних та містобудівних наукових досліджень, проєктної та будівельної практики, що реалізується у разі розміщення на водних територіях підприємств, установ та організацій гідроенергетики, водного транспорту, рибогосподарських об'єктів,

гідротехнічних, гідрометричних та лінійних споруд спеціального призначення й інженерного захисту водних ресурсів.

Водні території (землі водного фонду) – території, вкриті водами природних водних об'єктів, у тому числі водна поверхня, товща води та підводна частина берега.

Перспективним напрямком освоєння водних територій за досвідом зарубіжних країн (США, Китай, Нідерланди, Об'єднані Арабські Емірати та інших) є проектування та створення на їх поверхні або на глибині на штучних конструкціях житлових і рекреаційних комплексів, нових типів будівель (плавучі та підводні готелі, офісні центри, кінотеатри тощо), «плавучих міст» (рис. 1-6). В умовах річкових водних територій найдоцільнішим є розташування надводних об'єктів – ботелів, флотелів, аквателів та підводних об'єктів – музеїв візуального огляду річкової флори та фауни, ресторанів-акваріумів, рибних ферм, місць дайвінгу – підводного спостереження річкових оселищ [6].

Гідроенергетика – складова енергетичної системи всіх видів об'єктів виробітку електроенергії (теплової, атомної, гідрологічної, зеленої, вітрової), представлена гідроелектростанціями (ГЕС) та гідроакумулюючими електростанціями (ГАЕС). Інноваційним об'єктом цієї системи є «плавучі сонячні панелі», «плавучі сонячні електростанції», впроваджені за кордоном, що є не тільки джерелами додаткової електроенергії, але й фактором зменшення рівня забруднення вод, а також економії земельних ресурсів внаслідок альтернативного використання водних територій.

Прибережні території – ділянки контакту суші та водних об'єктів вздовж усієї їх берегової лінії, що включають суходільну частину із природними та антропогенними комплексами та прилеглу частину акваторії, що перебуває під впливом берега. Виділяють такі прибережні території: приморські, прирічкові, приозерні, при водосховищах. Для створення сприятливого санітарно-охоронного режиму на прибережній прирічковій території має бути встановлено «водоохоронні зони» (із параметрами, визначеними відповідною проєктною документацією) та «прибережні захисні смуги» по обидва берега річок: малих річок (струмків, потічків, ставків площею до 3 га) – 25 м, середніх річок (водосховищ на них, ставків площею понад 3 га) – 50 м, великих річок (водосховищ на них та озер) – 100 м [5].

Контактна зона прирічкових прибережно-водних територій – освоєні ділянки містобудівних об'єктів (населених пунктів, підприємств галузей економіки, гідроенергетики, водного транспорту тощо) та природно-заповідні об'єкти (заповідники, ландшафтні парки, пам'ятки природи тощо). Контактна зона включає наземну (прибережну) та водну (акваторіальну) частини, межі яких, за необхідності, встановлюються проектною документацією.

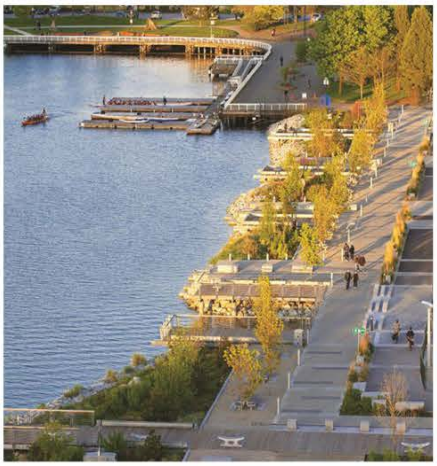


Рис. 1. Набережна на річці Фрейзер у м.Ванкувер (Британська Колумбія, Канада). Архітектурне бюро GBL Architects

Рис. 2. Набережна з малими архітектурними формами в міському парку на річці Фуронг в м.Чжоукоу (провінція Хенань, Китай). Архітектурне бюро Inter-design

Рис. 3. Благоустрій острова на річці Гудзон у м.Нью-Йорк (США). Архітектурне бюро Michael Van Valkenburgh Associates

Рис. 4. Міст Фрідріха Баєра на річці Шпрее в м.Берлін (Німеччина). Архітектурне бюро LoebCapote Arquitetura e Urbanismo

Рис. 5. Флотель “4 річки” на річці Татай в м.Кох Конг (Камбоджа).

Рис. 6. Плавуча школа в м.Макоко (Китай). Архітектурне бюро NLÉ

Ця зона має альтернативні визначення, такі, як «водно-зелена система», «водно-зелений діаметр» міста, «блакитно-зелена інфраструктура», «зона активної взаємодії води та суші». Є різниця між поняттями «прирічкова територія» (фізико-географічний аспект) та «прибережна територія» (містобудівний аспект), що обумовлює визначення їх меж.

Параметри прирічкової території залежать від інженерно-геологічних (рельєф, ґрунтові води, стан берегів тощо), санітарно-гігієнічних (мікроклімат, температура повітря, відносна вологість тощо) та архітектурно-містобудівних факторів (зорове сприйняття ландшафту, «річкового фасаду» тощо); орієнтовно глибина прирічкової території від урізу води може становити 2,5 – 5,0 км [6].

Прирічкова рекреаційна система – сукупність рекреаційних територій (зон короткочасного та тривалого відпочинку, дачних поселень, садівничих товариств тощо), атрактивних природних ландшафтів, розташованих у зонах впливу крупних водних артерій (Дніпро, Дунай, Дністер) або групи малих річок.

Формування прирічкових рекреаційних систем здійснюється на засадах:

а) встановлення адміністративно-географічних меж конкретної рекреаційної системи, що входить у гідрологічний басейн крупної ріки або групи малих річок;

б) проектування інтегрованої просторово-планувальної структури рекреаційної системи водної артерії, функціональним зонуванням якої визначаються сприятливі для відпочинку ділянки на прибережних та водних територіях;

в) врахування потреб розміщення у зоні впливу річкових водних об’єктів низки важливих підприємств господарсько-промислового комплексу та забудови населених пунктів;

г) забезпечення санітарно-гігієнічного режиму водоохоронних зон та прибережних захисних смуг.

Під час планувальної організації прирічкової рекреаційної системи враховуються ландшафтні умови основної водної артерії та застосовуються відповідні прийоми розміщення рекреаційних комплексів:

«акваторіальний» – освоєння глибоководних ділянок;

«острівний» – намив штучних островів на мілководних ділянках;

«материковий» – використання малих приток для створення штучних водойм.

Нормативи рекреаційних навантажень у контактній зоні прирічкової території приймаються відповідно до показників в таблиці 1 [7].

Таблиця 1.

№№ з/п	Типи територій (акваторій)	Рекреаційні навантаження, люд/га
1	2	3
1.	**Пляжі (природні та штучні)**	1000 – 2000
2.	**Водойми:**	
2.1.	моря, озера та річки для купання	1000 – 2000
2.2.	озера та річки для катання на човнах (2 чоловіки на човен)	2 – 5
2.3.	озера та річки для катання на моторних човнах та водних лижах	0,5 – 1
3.	**Береги та прибережні території для рибальства:**	
3.1.	для ловлі риби з човна (2 чоловіки на човен)	10 – 20
3.2.	для ловлі риби з берега (чол./км)	50 – 100
4.	**Території для розміщення наметових містечок:**	
4.1.	на глибинних ділянках	250 – 300
4.2.	на прибережних ділянках	300 – 400

Прирічкова туристична система – сукупність розташованих на узбережжях туристичних об’єктів пізнавального туризму (водних об’єктів історико-культурної спадщини, прибережних історичних поселень, островів та гідропарків тощо), об’єднаних між собою та з іншими поселеннями туристично-екскурсійними маршрутами, транспортними та інженерними комунікаціями. Водний туризм – перспективна форма групового та індивідуального відпочинку різних верств населення в умовах водних об’єктів (річка, озеро, водосховище тощо). Інфраструктурні об’єкти водного туризму: «ботель» – заклад (на березі водойми) для обслуговування туристів, які користуються спеціальними плавальними засобами (парусні човни, яхти тощо) та має у своєму складі «станції технічного обслуговування» водного транспорту та «марини» – місця стоянки малого річкового флоту; «акватель» – заклад (на водній поверхні) для відпочинку та спорту туристів, що має у своєму складі готельні номери, естакади, штучні пляжі; «рибальська база» – споруда із приміщеннями для ночівлі рибалок, зберігання інвентаря та обробки трофеїв. У зарубіжній практиці аналогічними закладами є «ботокемпінг» (прибережна споруда) та «флотокемпінг» (наплавна споруда).

Важливою складовою туристичної системи є туристично-екскурсійні маршрути: для великих і середніх річок – круїзні маршрути із використанням суден річкових пароплавств, для груп малих річок – малого флоту [8].

Всі вищенаведені типи та особливості територій, закладів і споруд, що формують і наповнюють містобудівну інфраструктуру є безпосередньо об’єктами архітектурно-ландшафтного планування та проектування прибережно-водного й туристично-рекреаційного середовища в умовах

річкових систем, а також засобами їх ревіталізації як із позицій відновлення екологічного стану, так й інноваційного розвитку.

Висновки: Ревіталізація прирічкових територій сприятиме оптимізації функціонального зонування, відновленню ландшафтів, комплексному природоохоронному регулюванню. В процесі еколого-містобудівної ревіталізації прирічкових територій доцільно застосовувати наступні прийоми:

- відновлення порушених в результаті антропогенної трансформації територій;
- включення в лінійну структуру прирічкових територій озеленених просторів, еко-кластерів для формування цілісного рекреаційного каркасу;
- «оздоровлення» території шляхом включення природних компонентів; - ревіталізація антропогенних територій, та створення зеленої інфраструктури, що включає об'єкти зі стійким характером використання;
- формування єдиної структури водно-зеленого каркасу міста, об'єднаного з прирічковою територією, що задасть вектор необхідних трансформацій міських просторів вздовж акваторії і сприятиме створенню цілісного ландшафтно-екологічного каркасу міста;
- формування системи безбар'єрних пішохідних і велосипедних коридорів уздовж акваторії для пересування в різні райони міста;
- формування вузлових елементів вертикального розшарування транспортних потоків, еспланад та пандусів в місцях їх перетину;
- влаштування місць зберігання і пунктів прокату вело- та водного виду транспорту, в вузлових точках променадів.

Література

1. Водний кодекс України від 6 червня 1995 року № 213/95-ВР.Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text
2. ДБН Б.2-2-12:2019. Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802
3. Методика упорядкування водоохоронних зон річок. Яцик А.В., Томільцева А.І., Плігін Ю. В. та ін., К.: «Оріяни», 2004, 128 с.
4. Вадімов В.М. Місто та ріка (планувальні аспекти) – Полтава: ВЦ «Археологія», 2000. – 219 с.
5. Лесков О.В. Застройка приречных территорий городов. – К.: «Будівельник», 1977. – 68 с.
6. Рубан Л.І. Архітектурно-ландшафтна організація прирічкових територій: навч. посібник / Л.І. Рубан / За редакцією проф. Панченко Т.Ф. – К.: КНУБА, 2013 – 88 с.
7. Панченко Т.Ф. Ландшафтно-рекреаційне планування природно-заповідних територій [Монографія] / Панченко Т.Ф. – К.: «Логос», 2015. – 176 с.
8. Ніканоров С.О. Архітектура водно-туристичних комплексів – К.: «Бізнесполіграф», 2012. – 168 с.

9. Самойленко Є.В. Принципи та прийоми реабілітації прирічкових міських територій (на прикладі м. Дніпро) : дис. канд. арх.: 18.00.04 / Самойленко Євгенія Віталіївна – Дніпро, 2021. – 136 с.

10. Вадімов В.М., Мерилова І.О., Самойленко Є.В. Стратегія розвитку прибережних територій великого міста. НТЗ КНУБА «Сучасні проблеми архітектури та містобудування» . Київ, 2021. – №59. С.172-188. – Режим доступу: http://archinform.knuba.edu.ua/

11. Chelnokov A.V., Samoilenko Y.V., Kozlova K.S. Dnipropetrovsk Zapadnyi.Urbanity: Theories and project designs new strategies for sustainable developments of Ukrainian cities. Edited by M.G.Folli. – Milan: POLIMI, 2017. P.175-179.

12. Panchenko T., Sukach M., Golub A. Sustainable Tourism Development in Ukraine. Transfer of Innovative Technologies. Vol 1(2), 2019, p 3-20.

13. В'язовська А.В. Методичні засади планувальної організації водно-зелених територій міста: автореф. дис. канд. архітектури: 18.00.04 / В'язовська Анна Віталіївна. - Київ, КНУБА, 2019. - 22 с. : рис. 1-4.

D.Sc. in Architecture, Professor **Tamara Panchenko**,
Ph.D. in Architecture, Associate Professor **Andrii Holub,**
Kyiv National University of Construction and Architecture, Ukraine

FEATURES OF URBAN REVITALIZATION RIVER TERRITORIES

The article analyzes the problems of urban development and revitalization of riverside areas. It is proposed to expand the conceptual and terminological base of water legislation with the additional use of concepts from other fields of knowledge: water urbanism; water territories (land of the water fund); hydropower; coastal areas; "contact zone" of riparian coastal water territories; riverside recreation system; riverside tourism system. Complex revitalization of river valleys with a high level of urbanization involves an ecosystem approach, among which modern urban planning solutions of spatial development are leading. This becomes especially relevant against the background of climatic changes, which are gaining catastrophic dynamics in urbanized areas. This problem is highlighted in a number of international documents dedicated to the management of riverine territories and climate change problems: the Stockholm Declaration on the Environment (1972), the World Charter for Nature (1982), the Aalborg Charter "European Cities on the Road to Sustainable Development" (1994), 40th IFLA Congress on "Development of Aquatic and Coastal Ecosystems" in Calgary (2003); the 41st Congress in Taiwan (2004), as well as the "Landscape in a Changing World" program (2010), the UN Framework Convention on Climate Change, UNFCCC Paris (2015), "Habitat III Declarations" (2017), the sustainable development program "Rhine 2020", the UN Report "On the global development of water resources: Water and climate change" (2020).

Keywords: revitalization of rivers; water urbanism; water areas; hydropower; coastal areas; riverine contact zone; riverside recreation system; riverside tourism system.

REFERENCES

1. Water Code of Ukraine dated June 6, 1995 No. 213/95-VR. Access mode: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text {in Ukrainian}

2. DBN B.2-2-12:2019. Access mode: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/b_2_2_12/1-1-0-1802 {in Ukrainian}

3. Methodology for regulating water protection zones of rivers. A.V. Yatsyk, A.I. Tomiltseva, Yu.V. Pligin, etc., K.: "Oriany", 2004, 128 p. {in Ukrainian}

4. Vadimov V.M. The city and the river (planning aspects) - Poltava: VC "Archeology", 2000. - 219 p. {in Ukrainian}

5. Leskov O.V. Development of riverside towns. - K.: "Builder", 1977. - 68 p. {in russian}

6. Ruban L.I. Architectural and landscape organization of riverside areas: teaching. manual / L.I. Ruban / Edited by prof. Panchenko T.F. - K.: KNUBA, 2013 - 88 p. {in Ukrainian}

7. Panchenko T.F. Landscape and recreational planning of nature reserves [Monograph] / Panchenko T.F. - K.: "Logos", 2015 - 176 p. {in Ukrainian}

8. Nikanorov S.O. Architecture of water tourism complexes - K.: "Business Polygraph", 2012 - 168 p. {in Ukrainian}

9. Samoilenko E.V. Principles and methods of rehabilitation of riverside urban areas (on the example of the city of Dnipro): dissertation. Ph.D. arch.: 18.00.04 / Samoilenko Yevheniya Vitalyivna - Dnipro, 2021. - 136 p. {in Ukrainian}

10. Vadimov V.M., Merilova I.O., Samoilenko E.V. Strategy for the development of coastal areas of a large city. NTZ KNUBA "Modern problems of architecture and urban planning". Kyiv, 2021. – No. 59. P.172-188, P.359. – Access mode: http://archinform.knuba.edu.ua/ {in Ukrainian}

11. Chelnokov A.V., Samoilenko Y.V., Kozlova K.S. DnipropetrovskZapadnyi.Urbanity: Theories and project designs new strategies for sustainable developments of Ukrainian cities. Edited by M.G. Folli. - Milan: POLIMI, 2017. P.175-179. {in English}

12. Panchenko T., Sukach M., Golub A. Sustainable Tourism Development in Ukraine. Transfer of Innovative Technologies. Vol 1(2), 2019, p 3-20. {in English}

13. Vyazovska A.V. Methodical principles of the planning organization of water and green areas of the city: autoref. thesis Ph.D. of architecture: 18.00.04 / Vyazovska Anna Vitalyivna. - Kyiv, 2019. - 22 p.: Fig. 1-4. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.90-102
УДК 711.4.01; 712.2; 712.4
д. філософ. н., професор **Рижова І.С.,**
17design2017@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9562-200X,
к.арх., доцент **Павленко Т.О,**
tanya.mukha.85@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8374-554X
Северін К.В,
severinkate77@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8766-5897,
Національний університет «Запорізька політехніка»

ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ОБРАЗУ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ЗАСОБАМИ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТУ

В даному дослідженні розглянуто проблеми та перспективи концепції культурного ландшафтного дизайну у формуванні індивідуального образу міста Запоріжжя. У процесі виявлення особливостей індивідуального образу міста Запоріжжя було проведено передпроєктний аналіз стану сформованого образу. Через вивчення його ландшафтних територій та їх дослідження щодо потенційного розвитку враховані міські об'єкти рекреаційного призначення, такі як сквери, бульвари, фрагменти садів при громадських центрах, озеленені прибудинкові території, міські озеленені території за розмірами не більше 0,2 – 1 га, а також міські відкриті простори на перетині основних транспортних та пішохідних шляхів, зокрема в історичній забудові міста. В результаті було виявлена основна проблематика та визначені основні напрямки розвитку озеленення міського середовища.

Ключові слова: культурний ландшафт; природне середовище; образ міста; місто Запоріжжя; озеленення; рекреація; історична забудова.

Постановка проблеми. Людина змінює природне середовище свого проживання відповідно до своїх потреб, бажань, уподобань, часто провокуючи та загострюючи екологічні проблеми. Велика кількість природних ландшафтів все активніше переходить вже до розряду антропогенних. Безперечно, якостям антропогенного середовища, особливостям їх формування та оптимізації необхідно приділяти максимально можливу увагу. Від якості довкілля залежить фізичне і психічне здоров'я людей, також соціальна, економічна і політична стабільність у регіоні, країни. Останнім часом це питання активно розробляється у рамках концепції культурного ландшафту.

Культурні ландшафти України, як і ландшафти інших країнах світу, об'єднують схожі проблеми. Тому положення щодо загальної стратегії розвитку на міжнародному рівні максимально можуть бути прийнятні і для нашої країни,

в тому числі для міста Запоріжжя. Зокрема, розроблені матеріали ЮНЕСКО у 1992 році дозволили сформулювати загальне поняття культурного ландшафту та зібрати Перелік Світової спадщини.

Культурний ландшафт є найвища форма співтворчості природи та суспільства, їхньої коеволюції. Саме в культурному ландшафті потреби суспільства (матеріальні, духовно-моральні, естетичні) та можливості природи (природно-ресурсний потенціал ландшафту) перебувають у гармонійній рівновазі. Тому постає необхідність у виявленні основних недоліків щодо культурного ландшафту великих та значних міст, міста Запоріжжя зокрема; та визначенні основних шляхів вирішення виявленої проблематики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поняття «культурний ландшафт» в своїх роботах розглядали Отто Шлютер, відомі американські географи Т. Джордан та Л. Раунтрі, Дж. Феллманн, А. Гетіс, Дж. Гетіс.

Серед вітчизняних науковців поняття «культурний ландшафт» розглядали Безлатня Л.О., Лозинський Р. [10], Рижова І.С. та Павлюк О. [18]. Суть поняття «культурний ландшафт» через основні його ознаки розкрито у роботі Денисика Г.І. [6].

Воловик В.М. досліджував етнокультурні ландшафти містечок Поділля, Гродзинський М.Д. у своїй монографії виявив особливості пізнання ландшафту через місце і простір. Лозинський Р. розглядав культурні ландшафти Галичини, враховуючи етика взаємодії людини з природою.

Актуальність і новизна. Концепція культурного ландшафту є актуальним міждисциплінарним напрямом сучасного наукового знання. Завдяки своєму міждисциплінарному характеру та неоднозначності трактувань дана концепція сьогодні актуальна для дослідницьких підходів різної предметності: архітектурних, історичних, географічних, культурологічних, екологічних, естетичних, а також філософських. Новизна дослідження полягає в розгляді проблем і перспектив формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту в сучасних умовах.

Мета. Основною метою даної наукової роботи є виявлення значення культурного ландшафту, визначення основної проблематики та виявлення основних засобів культурного ландшафту у формуванні індивідуального образу міста Запоріжжя.

Методи досліджень. В роботі використовуються основні методи дослідження: теоретичні методи аналізу, синтезу, абстрагування, узагальнення, виявлення оціночних критеріїв і вимог до формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту.

Результати та їх обґрунтування. В епоху глобалізації виявлення «національного ландшафту» як «генетичного коду культури» є актуальною

проблемою для всіх країн світу. На сьогоднішній день оцінка національних ландшафтів закінчена в деяких європейських країнах, наприклад: у Великобританії, Франції, Литві, а в інших – наближається до завершення. Ця тема особливо актуальна і для нашої країни.

Культурний ландшафт нашої країни можна згрупувати за чотирьома темами:

1) міські ландшафти Києва, великих та значних міст (лісопарки, парки, сади та сквери, зони відпочинку, мікрорайони);

2) ландшафти середніх та малих міст (парки, громадські центри, міське озеленення);

3) заміські або сільські ландшафти (території санаторіїв та будинків відпочинку, селищне озеленення, територія закладів освіти, територія культових споруд);

4) ландшафти рекреаційних комплексів.

Особлива увага приділяється культурним ландшафтам середніх та малих міст. Переважання в Україні частки сільського населення та низьку швидкість мобільності в сільській місцевості є основою збереження національного дизайн коду. Отже, її архітектура та ландшафти несуть основне «духовне навантаження», мають «дух місцевості» і є носіями художніх особливостей та яскраво виражених національних ландшафтів.

Як зазначає Богдан Посацький «Культурний краєвид, ландшафт, виднокрай є частиною загального культурного середовища людини, і його потрібно формувати у результаті цілеспрямованої діяльності суспільства, визначеної суспільними потребами і можливостями та обумовленої традиціями народу. Культурний краєвид, який оточує повсякденно людину, безпосередньо впливає на її психічний стан, створює почуття безпеки чи загрози, почуття ладу і гармонії або хаосу» [16].

Взаємозумовленість природи та населення проявляється саме у культурному ландшафті, де дуже тісно пов'язані природні та культурні компоненти. Отже, гармонізація культурного ландшафту – це рівнозначна цінність культурних та природних пам'яток.

На підставі цього в систему культурного ландшафту повинні включатися екологічні аспекти розвитку самодостатніх екосистем. Визначено [18], що «досліджуючи екологічні процеси, можна розробляти більш стійкі технології та рішення для збереження природних ресурсів та запобігання екологічним катастрофам. Вчитися у природи також означає вивчати природні системи та екосистеми, щоб зрозуміти, як вони функціонують та як можна зберігати їх біорізноманіття. Ці знання можуть допомогти у збереженні різноманітності життя на Землі та забезпечити екологічну рівновагу».

Формування екологічної рівноваги повинно стати основою щодо екологічної політики як регіонів, так і країни в цілому, об'єднавши при цьому досвід, можливості та потенціал основних напрямків у концепції культурного ландшафту – географічного та культурологічного, які на даний момент критично відносяться до здобутків один одного. Позитивними основами географічного підходу в даному випадку є дослідження фізичних властивостей культурного ландшафту, практичних способів взаємодії населення та природного середовища, його можливостей при проектуванні культурних ландшафтів. Тобто [18] «Архітектурно-ландшафтна екологія включає в себе проєктування та планування зелених зон, розвитку зелених технологій, збереження природних ресурсів, підвищення енергоефективності та використання відновлюваних джерел енергії. Метою архітектурно-ландшафтної екології є створення більш здорового та природоохоронного середовища, яке забезпечує позитивний вплив на фізичне та психічне здоров’я людей, та при цьому зберігає біорізноманіття та природні ресурси».

Методи обговорення. В удосконаленні середовища життєдіяльності населення особливу роль відіграють екологічні і соціально-орієнтовані підходи до формування середовища, аспекти архітектурно-ландшафтної екології, геосозології ландшафту, трансплантизму ландшафту та дизайну систем.

Озеленені території є необхідним атрибутом благоустрою. Вони покращують мікроклімат та санітарно-гігієнічні умови території.

У процесі виявлення особливостей індивідуального образу міста Запоріжжя було проведено передпроектний аналіз стану сформованого образу через вивчення його озеленених територій та їх перспектив потенційного розвитку. Були розглянуті наступні об'єкти: сквери, бульвари, фрагменти садів при громадських центрах, озеленені прибудинкові території, міські озеленені території за розмірами не більше 0,2 – 1 га, а також міські відкриті простори на перетині основних транспортних та пішохідних шляхів, зокрема в історичній забудові міста. В результаті було виявлено наступні несприятливі фактори:

1) *Композиційні елементи.* Виявлено невідповідність використання потенційних домінант та акцентів у композиційної схемі озеленення чи благоустрою.

2) *Композиційні зв’язки.* Виявлено порушення композиційних зв’язків регулярного та пейзажного прийому у вже сформованому архітектурному середовищі без урахування особливості характеру міської забудови.

3) *Стилістичні зв’язки.* Виявлено порушення стилістичного взаємозв'язку елементів в системі озеленення міста.

4) *Функціональне планування.* Визначено невідповідність функціонального наповнення озеленених територій без поділу на чіткі

функціональні зони та конкретизації видів використання об'єктів, особливо в центральній частині міста.

5) *Статичний та динамічний фронти*. Вздовж основної природної осі (водойма) недостатньо сформовані статичний та динамічний фронти, а саме некоректне чергування відкритих та закритих просторів, невиразність панорами міста, а також недостатність природної геопластики прибережної зони.

6) *Посадковий матеріал.* Виявлено обмеженість у асортименті рослинного компоненту, які рекомендовані для даної кліматичної зони та конкретного ареалу.

7) *Ландшафтні прийоми*. Виявлено хаотичні ділянки посадок дерев без формування їх у ландшафтні групи, некоректне застосування прийомів озеленення, недостатньо реалізовано потенціал існуючих зелених насаджень як компонентів міського середовища. Визначено також недостатня кількість ландшафтних елементів квіткового наповнення, при цьому зустрічаються часті випадки використання штучних квітів та мобільних вазонів, що на думку авторів знижує атрактивність.

8) *Протишумові прийоми озеленення.* Виявлена недостатня кількість озеленення біля житлових та громадських будинків з боку джерел загазованості та шуму.

9) *Інсоляція та пожежна безпека*. Також визначені ділянки надто близького розташування елементів озеленення до будинків з порушенням вимог інсоляції та протипожежних норм.

В міському середовищі м. Запоріжжя використовуються різні рішення і прийоми озеленення та благоустрою територій.

В історично сформованих Центральних районах (зони 1 і 2), які зберегли свій архітектурний стиль, планування і характер забудови середньої поверховості, сконцентровані адміністративна, культурно-просвітницька, громадська і житлова функції. У даній частині міста озеленення представлено ширше та коректніше, ніж в інших зонах. Основними елементами озеленення тут є зелені насадження загального користування на міських вулицях, бульварах, у парках та скверах тощо.

Для центральних зон характерні наступні елементи озеленення (рис. 1):

1) *рядові посадки* листяних, іноді хвойних дерев вздовж основних транспортних шляхів, які відокремлюють проїжджу частину вулиці від тротуару;

2) *окремі групи дерев* на тротуарі або газоні;

3) *розділова смуга* проїжджої частини вулиці, як правило, оформлена газоном, часом з розаріями або квітковими композиціями в вазонах;

4) *курдонери* – озеленені відкриті двори;

5) *ландшафтні композиції,* групи вічнозелених дерев і куртини декоративних чагарників на територіях адміністративних і громадських будівель з обслуговуванням;

6) *підняті клумби і міксбордери* з чагарниками і трав'янистими рослинами перед житловими будинками;

7) *живопліт* перед офісними будівлями і вздовж скверів.

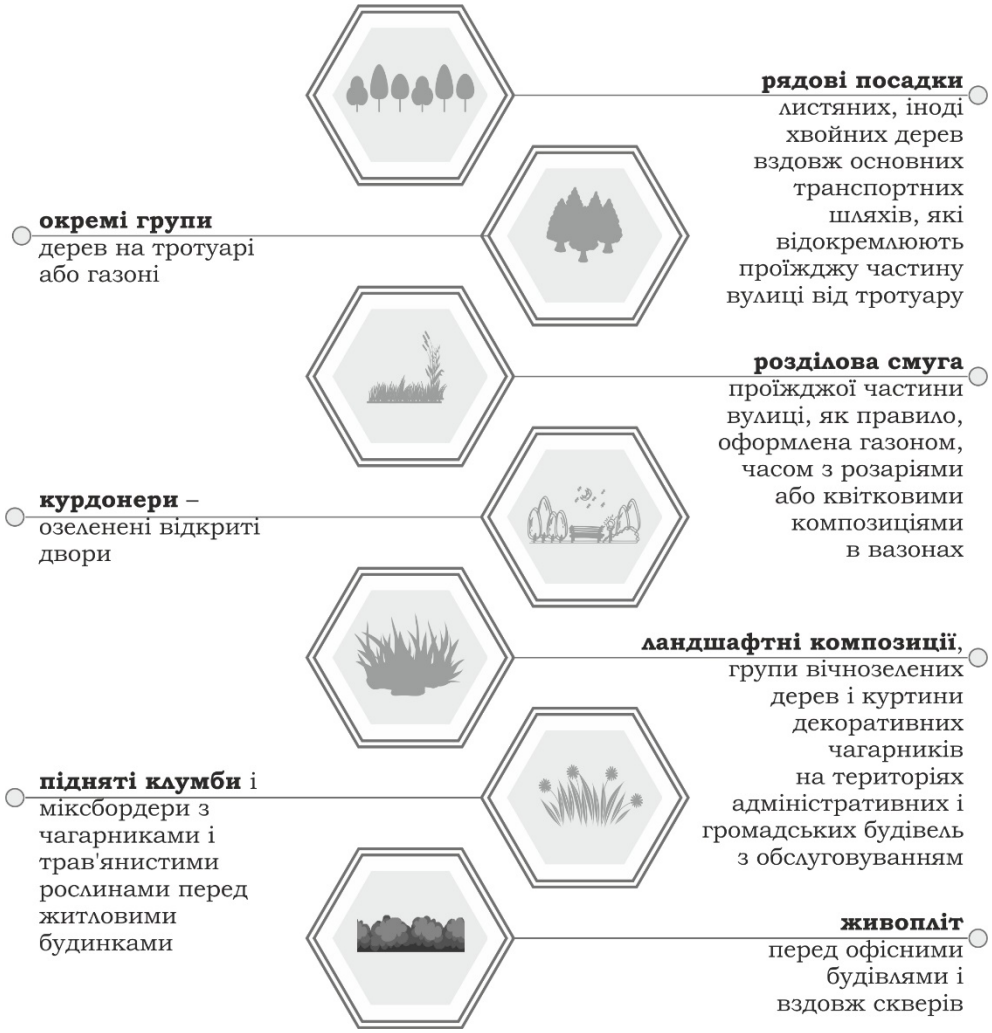


Рис. 1. Елементи озеленення, що характерні для центральних зон міста Запоріжжя

У деяких місцях можна спостерігати випадкові, декомпозиційні посадки великих рослин, які сперечаються з композицією фасадів або забудови вулиці.

В центральній частині міста, де підвищений трафік міського транспорту, велика кількість відкритих міських просторів. Виявлені відкриті простори часто з недренуючим твердим покриттям без повноцінного озеленення, схильним до перегріву.

Висновки. В цілому, озеленені території міста мають ряд недоліків системного характеру без єдиного стилістичного та композиційного підходу. Озеленених рекреаційних зон в центральній частині недостатньо. Тому

створення єдиної системи озеленення зі своїм дизайн кодом та взаємопов'язаним культурним ландшафтом можливе при реалізації наступних пропозицій:

1) Розробка загальноміської концепції формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту.

2) Розробка загальноміської програми організації зеленого каркасу міста з урахуванням загальноміської концепції формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту.

3) Розробка загальноміської концепції розвитку прибережних територій міста Запоріжжя з урахуванням загальноміської програми організації зеленого каркасу міста та загальноміської концепції формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту.

Особистий вклад авторів.

Рижова Ірина Станіславівна: визначено основну проблематику формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту; представлено результати та їх обґрунтування; визначені методи обговорення формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту;

Павленко Тетяна Олександрівна: проаналізовано останні дослідження і публікації, сформульовано актуальність і новизна, мета і методи досліджень, визначено основні містобудівні та архітектурно-планувальні напрямки формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту;

Северін Катерина Вікторівна: сформульовано висновки та рекомендації подальшого дослідження, формування бібліографічного списку.

Список джерел

1. Bibri, S.E., Krogstie, J. (2020). Environmentally data-driven smart sustainable cities: applied innovative solutions for energy efficiency, pollution reduction, and urban metabolism. *Energy Inform* 3, 29. https://doi.org/10.1186/s42162-020-00130-8

2. Branko, I. (2021). The Use of Landscape as a Method of Integrating Informal Settlements in Tirana. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_31

3. Carter, V., Henríquez, C. (2021). Biophilic Institutions and Governance: Biophilic Urbanism Initiatives (BUIs) Fostering Green Urban Features in Emerging and Developing Cities. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D.,

Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_29

4. Cazzani, A., Zerbi, C.M., Brumana, R. et al. (2022). Raising awareness of the cultural, architectural, and perceptive values of historic gardens and related landscapes: panoramic cones and multitemporal data. *Appl Geomat* 14 (Suppl 1), 97–130 https://doi.org/10.1007/s12518-020-00330-7

5. Daradkeh, L., AlGharaibih, S., Shawaqfeh, R., Gharaibeh, A. (2021). Green Spaces and Environmental Justice: Measuring the Accessibility and Fair Distribution of Public Green Spaces in the Town of Al-Mughayyer. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_24

6. Denysyk, H. I., Chyzh, O. P., Sytnyk, O. I., Voina, I. M., & Ataman, L. V. (2022). Middle Landscape Belt of the East European Physical-Geographical Country: Distinction, Structure, and Rational Environmental Management. *Ukr. Geogr. Ž.,* 4, 63–71. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2022.04.063

7. Hasenko, L., Lytvynenko, T., Ivasenko, V., Elgandour, M. (2023). Urban Street and Road Network Reconstruction Problems. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds) *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 536. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_76

8. Landi, D. (2019). The Image of the Hyper City. *Int J Semiot Law* 32, 533–548 https://doi.org/10.1007/s11196-018-9583-8

9. Liang, W., Ahmad, Y. & Mohidin, H.H.B. (2023). The development of the concept of architectural heritage conservation and its inspiration. *Built Heritage* 7, 21 https://doi.org/10.1186/s43238-023-00103-2

10. Lozinsky, R. (2020). Landscape semiotics and visual / textual analysis in Anglo-American cultural geography. *Journal of Human Geography*, 28, 25-34. https://doi.org/10.26565/2076-1333-2020-28-03

11. Mels, T. (2021). Producing landscapes of environmental justice: exploitation of woodlands and wetlands and deep historical geographies of justice on Gotland. *Landscape Ecol*. https://doi.org/10.1007/s10980-021-01284-w

12. Pavlenko, T., Ivasenko, V., Koval, I. (2020). Formation Methods Of Public Space During The Airport Reconstruction: Array. *Municipal Economy of Cities*, 6(159), 91–96 https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5679

13. Pavlenko, T., Lytvynenko, T., Ivasenko, V., Zyhun, A. (2022). Design Principles for Inclusive Environment of Urban Agrorecreational Eco-complexes. In:

Onyshchenko, V., Mammadova, G., Sivitska, S., Gasimov, A. (eds) *Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_51

14. Pietsch, M., Makala, M., Syrbe, RU., Louda, J. (2021). Multifunctional Assessment of Green Infrastructure for Sustainable City Planning. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_28

15. Pollo, R., Giovanardi, M., Mariani, A. (2021). Urban Greenery as a Resource for Urban Environment. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_25

16. Posatsky, B. (2020). Spatial transformation of Lviv centre (plans and realizations in 20th and in the early years of 21st century). *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej seria Budownictwo*, 20(1).

17. Reyes-Plata, J.A., Villanueva-Vilchis, M.d. (2021). Understanding the Social Appropriation of Public Green Spaces in a Disadvantaged Neighbourhood. A Conceptual Model Related to Urban Sustainability. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_27

18. Ryzhova, I., Pavliuk, O. Strategy For Sustainable Development Of Urban Ecology In The Modern Spatial And Subject Environment: Challenges, Opportunities, Prospects. *Humanities Studies : Helvetica Publishing House,* 15 (92), 180, 52-64 (2023) https://doi.org/10.32782/hst-2023-15-92-06

19. Ryzhova, I., Zakharova, S. (2018). «Smart-Technology» Influence On The Development Of «Smart-City» In The Information Society. *ZDIA Publishing House*, 72, 81-91 http://vestnikzgia.com.ua/article/view/130575/126341

20. Sun, Z., Sun, Y., Liu, H. et al. (2023).Impact of spatial imbalance of green technological innovation and industrial structure upgradation on the urban carbon emission efficiency gap. *Stoch Environ Res Risk Assess* 37, 2305–2325 https://doi.org/10.1007/s00477-023-02395-3

21. Todella, E., Lami, I.M. & Armando, A. (2018). Experimental Use of Strategic Choice Approach (SCA) by Individuals as an Architectural Design Tool. *Group Decis Negot* 27, 811–826 https://doi.org/10.1007/s10726-018-9567-9

22. Trapani, F., Carrara, R., Di Chiara, G., Ferrara, L.M., Giudice, M., Pirrera, G. (2021). The Necessary Integration of Green Infrastructures in the Public Transport Infrastructure Design. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) *Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham.* https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_26

Doctor of Philosophy, Professor **Iryna Ryzhova,** ,
PhD, Associate Professor **Tetiana Pavlenko,**
senior lecturer **Kateryna Severin,**
of the Department of Design, National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

FORMATION OF THE INDIVIDUAL IMAGE OF THE CITY OF ZAPORIZHZHIA BY MEANS OF CULTURAL LANDSCAPE

This study examines the problems and prospects of the concept of cultural landscape design in the formation of an individual image of the city of Zaporizhzhia. In the process of identifying the features of the individual image of the city of Zaporizhzhia, a pre-project analysis of the state of the formed image was carried out. Through the study of its landscape areas and their research regarding potential development, urban recreational facilities such as parks, boulevards, fragments of gardens at public centers, landscaped adjacent areas, urban landscaped areas with a size of no more than 0.2 - 1 ha are taken into account, and as well as urban open spaces at the intersection of the main transport and pedestrian routes, in particular in the historical buildings of the city. As a result, the main problems were identified and the main directions of the development of greening of the urban environment were determined.

In general, green areas of the city have a number of shortcomings of a systemic nature without a single stylistic and compositional approach. There are not enough green recreation areas in the central part. Therefore, the creation of a single landscaping system with its own design code and interconnected cultural landscape is possible when implementing the following proposals:

1) Development of the city-wide concept of forming an individual image of the city of Zaporizhia by means of the cultural landscape.

2) Development of a city-wide program for the organization of the city's green framework, taking into account the city-wide concept of forming an individual image of the city of Zaporizhia by means of the cultural landscape.

3) Development of a city-wide concept for the development of the coastal areas of the city of Zaporizhia, taking into account the city-wide program for the organization of the city's green framework and the city-wide concept of forming an individual image of the city of Zaporizhia by means of the cultural landscape.

Keywords: cultural landscape; natural environment; urban image; city of Zaporizhzhia; landscaping; recreation; historical buildings.

REFERENCES

1. Bibri, S.E., Krogstie, J. (2020). Environmentally data-driven smart sustainable cities: applied innovative solutions for energy efficiency, pollution reduction, and urban metabolism. Energy Inform 3, 29. https://doi.org/10.1186/s42162-020-00130-8 {in English}.

2. Branko, I. (2021). The Use of Landscape as a Method of Integrating Informal Settlements in Tirana. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_31 {in English}.

3. Carter, V., Henríquez, C. (2021). Biophilic Institutions and Governance: Biophilic Urbanism Initiatives (BUIs) Fostering Green Urban Features in Emerging and Developing Cities. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_29 {in English}.

4. Cazzani, A., Zerbi, C.M., Brumana, R. et al. (2022). Raising awareness of the cultural, architectural, and perceptive values of historic gardens and related landscapes: panoramic cones and multitemporal data. Appl Geomat 14 (Suppl 1), 97–130 https://doi.org/10.1007/s12518-020-00330-7 {in English}.

5. Daradkeh, L., AlGharaibih, S., Shawaqfeh, R., Gharaibeh, A. (2021). Green Spaces and Environmental Justice: Measuring the Accessibility and Fair Distribution of Public Green Spaces in the Town of Al-Mughayyer. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_24 {in English}.

6. Denysyk, H. I., Chyzh, O. P., Sytnyk, O. I., Voina, I. M., & Ataman, L. V. (2022). Middle Landscape Belt of the East European Physical-Geographical Country: Distinction, Structure, and Rational Environmental Management. Ukr. Geogr. Ž., 4, 63–71. DOI: https://doi.org/10.15407/ugz2022.04.063 {in English}.

7. Hasenko, L., Lytvynenko, T., Ivasenko, V., Elgandour, M. (2023). Urban Street and Road Network Reconstruction Problems. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 536. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_76 {in English}.

8. Landi, D. (2019). The Image of the Hyper City. Int J Semiot Law 32, 533–548 https://doi.org/10.1007/s11196-018-9583-8 {in English}.

9. Liang, W., Ahmad, Y. & Mohidin, H.H.B. (2023). The development of the concept of architectural heritage conservation and its inspiration. Built Heritage 7, 21 https://doi.org/10.1186/s43238-023-00103-2 {in English}.

10. Lozinsky, R. (2020). Landscape semiotics and visual / textual analysis in Anglo-American cultural geography. Journal of Human Geography, 28, 25-34. https://doi.org/10.26565/2076-1333-2020-28-03 {in English}.

11. Mels, T. (2021). Producing landscapes of environmental justice: exploitation of woodlands and wetlands and deep historical geographies of justice on Gotland. Landscape Ecol. https://doi.org/10.1007/s10980-021-01284-w {in English}.

12. Pavlenko, T., Ivasenko, V., Koval, I. (2020). Formation Methods Of Public Space During The Airport Reconstruction: Array. Municipal Economy of Cities, 6(159), 91–96 https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/5679 {in English}.

13. Pavlenko, T., Lytvynenko, T., Ivasenko, V., Zyhun, A. (2022). Design Principles for Inclusive Environment of Urban Agrorecreational Eco-complexes. In: Onyshchenko, V., Mammadova, G., Sivitska, S., Gasimov, A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_51 {in English}.

14. Pietsch, M., Makala, M., Syrbe, RU., Louda, J. (2021). Multifunctional Assessment of Green Infrastructure for Sustainable City Planning. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_28 {in English}.

15. Pollo, R., Giovanardi, M., Mariani, A. (2021). Urban Greenery as a Resource for Urban Environment. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_25 {in English}.

16. Posatsky, B. (2020). Spatial transformation of Lviv centre (plans and realizations in 20th and in the early years of 21st century). Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej seria Budownictwo, 20(1). {in English}.

17. Reyes-Plata, J.A., Villanueva-Vilchis, M.d. (2021). Understanding the Social Appropriation of Public Green Spaces in a Disadvantaged Neighbourhood. A Conceptual Model Related to Urban Sustainability. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_27 {in English}.

18. Ryzhova, I., Pavliuk, O. Strategy For Sustainable Development Of Urban Ecology In The Modern Spatial And Subject Environment: Challenges, Opportunities, Prospects. Humanities Studies : Helvetica Publishing House, 15 (92), 180, 52-64 (2023) https://doi.org/10.32782/hst-2023-15-92-06 {in English}.

19. Ryzhova, I., Zakharova, S. (2018). «Smart-Technology» Influence On The Development Of «Smart-City» In The Information Society. ZDIA Publishing House, 72, 81-91 http://vestnikzgia.com.ua/article/view/130575/126341 {in English}.

20. Sun, Z., Sun, Y., Liu, H. et al. (2023).Impact of spatial imbalance of green technological innovation and industrial structure upgradation on the urban carbon emission efficiency gap. Stoch Environ Res Risk Assess 37, 2305–2325 https://doi.org/10.1007/s00477-023-02395-3 {in English}.

21. Todella, E., Lami, I.M. & Armando, A. (2018). Experimental Use of Strategic Choice Approach (SCA) by Individuals as an Architectural Design Tool. Group Decis Negot 27, 811–826 https://doi.org/10.1007/s10726-018-9567-9 {in English}.

22. Trapani, F., Carrara, R., Di Chiara, G., Ferrara, L.M., Giudice, M., Pirrera, G. (2021). The Necessary Integration of Green Infrastructures in the Public Transport Infrastructure Design. In: Trapani, F., Mohareb, N., Rosso, F., Kolokotsa, D., Maruthaveeran, S., Ghoneem, M. (eds) Advanced Studies in Efficient Environmental Design and City Planning. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65181-7_26 {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.103-109
УДК 7.036(4)”18/19”:008-042.3(510+52)

доктор архітектури, професор **Слепцов О.С.,**
ORCID: 0000-0001-5441-5453, slieptsov.os@knuba.edu.ua,
доктор архітектури, професор **Дьомін М.М.,**
ORCID: 0000-0002-3144-761X, deminmaster@gmail.com,
кандидат архітектури, доцент **Козакова О.М.,**
ORCID: 0000-0003-0593-266X, olena.kozakova.arch@gmail.com,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВПЛИВ КИТАЮ І ЯПОНІЇ НА ЄВРОПЕЙСЬКУ АРХІТЕКТУРУ І МИСТЕЦТВО КІНЦЯ XIX-ПОЧАТКУ XX СТОЛІТЬ

Досліджується вплив східних культур на формотворення європейського модерну і на європейське мистецтво цього періоду. Спочатку аналізуються філософсько-релігійні основи китайської та японської культури і їх вплив на архітектуру, далі проведені аналогії з будівлями модерну і творами мистецтва в Європі. Аргументовано, в чому саме проявились китайські і японські впливи в європейському модерні. Зазначено вплив відкриття печер Дуньхуана наприкінці XIX століття.

Ключові слова: Китай; Японія; доба модерну; європейська архітектура; Дуньхуан.

Постановка проблеми. Архітектура стилю модерн в Європі досліджена досить широко. Відомою є також теза про те, що унікальність модерну і його перетворення на «стиль художників» була зумовлена тим, що модерн мав в своїй основі східні витоки – японські і меншою мірою китайські. Водночас, більшість дослідників акцентують увагу саме на конкретних прикладах архітектури і мистецтва доби модерну, тоді як на наш погляд більш об’єктивним є їх аналіз в зв’язку з об’єктами архітектури та мистецтва Китаю та Японії. Це проясняє появу «прихованого символізму» і містицизму модерну, асиметричних композицій, природних мотивів.

Так склалося історично, що Європа зверталася до східних культур на етапі перенасиченості власними традиціями або на етапі пошуку виходів з кризи в культурно-мистецькому житті суспільства. Вочевидь, захоплення китайськими культурними традиціями – спочатку на побутовому, а згодом на рівні мистецтва і архітектури – в добу бароко і рококо свідчило про перенасиченість, яка поступово зростала в стилях бароко і рококо, і відтак звернення до Китаю стало прихованою спробою пошуку чогось принципово нового,

нестандартного. Цілком зрозуміло, що без глибинного усвідомлення основ древньої китайської культури таке цитування китайських мотивів в мистецтві і в архітектурі заміських палаців і паркових павільйонів перетворювало їх на спрощену театральну декорацію.

Так само, таке ж блискавичне захоплення культурою Японії в другій половині XIX – на початку XX століть відбулось на тлі наростання кризових явищ в суспільстві, коли на фоні промислових революцій і виходу на передні ролі класу буржуазії посилились процеси секуляризації, і саме тому японська культура з її філософією даосизму і буддизму, яка проникла в усі сфери життя суспільства, в мистецтво і архітектуру, сприймалася як бажаний вихід з застою. Водночас, знов-таки, копіювались зовнішні форми, які трансформувались на місцевому ґрунті без глибинного розуміння філософсько-релігійного підґрунтя.

Слід зазначити вплив на європейську культуру відкриття в 1897 році унікального храмового комплексу Дуньхуана. В результаті нестабільної ситуації в Китаї в добу правління династії Цин багато унікальних артефактів з святилищ Дуньхуана були викуплені за безцінь європейцями і опинились в музеях Європи. Це спричинило черговий етап зацікавлення китайською культурою і архітектурою.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю представити європейську архітектуру і мистецтво кінця XIX – початку XX століть як складне мультикультурне явище, яке по суті стало результатом трансформації східної культури на європейському ґрунті.

Мета дослідження полягає в висвітленні впливів Китаю і Японії на європейську архітектуру і мистецтво кінця XIX – початку XX століть.

Методи дослідження: для вирішення завдань дослідження було використано: метод історичного аналізу, метод культурологічного аналізу, метод філософського аналізу, метод мистецтвознавчого аналізу, метод порівняльного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Були опрацьовані джерела по таких напрямках:

– традиційна китайська архітектура [1-3,6],
– традиційна японська архітектура [8],
– архітектура і мистецтво модерну [3,4,7],
– поняття мистецтва в реставрації [5].

Опрацювання джерельної бази довело необхідність висвітлити одночасні впливи на європейський модерн китайського і японського мистецтва і архітектури.

Основна частина. У більшості існуючих наукових джерел аналізувались причини виникнення стилю модерн і особливості його формотворення, тоді як

значно менше висвітлювався аспект безпосередніх східних (японських і китайських) впливів. Якщо аналізувати добу кінця XIX-початку XX століття в країнах Європи, то варто зазначити, що митці модерну запозичили з східних культур ідейно-художню програму мистецтва, де вищим мірилом гармонії і досконалості є природа, і все, що створено людиною, має відповідати загальним законам Всесвіту – і суспільне життя, і мистецтво, і архітектура.

Наприкінці XIX – на початку XX століття відбулися виставки малюнків європейських і японських художників і поширились музейні експозиції вивезених артефактів святилищ Дуньхуана.

Сприйняття природи як сонму божеств зумовило характер китайського і японського мистецтва і архітектури протягом тисячоліть. В буддизмі матеріальне і ідеальне людське буття трактувалось як швидкоплинне, нестійке і змінне, поняття «я як особистість» мало, на відміну від християнства, вторинне значення.

На японську гравюру з домінуванням теми пейзажу вплинув традиційний китайський живопис «гохуа». Іншими традиційними жанрами китайського мистецтва були «шан-шуй» і «хуа-няо».

Мистецтво модерну відчуло в китайському і японському мистецтві нову філософію, до якої прагнуло, що вплинуло на певний символізм і містицизм творів мистецтва. Наприклад, поширюється тема «вибраності мистецтва» в процесі перетворення світу.

В архітектурі декор також набуває певного символізму, хоча втрачає первісне значення: ірис в Японії уособлював самурайську доблесть, а в модерні став виразником естетики нового стилю. Від японського мистецтва модерн запозичив традицію влаштування золотого тла, натуралістичне зображення тварин, птахів і рослин, так само як і з Китаю були запозичені традиції оспівування світу природи. У декорі модерну можна відчути і вплив китайського живописного жанру «хуа няо» («квіти і птахи») , однак він не є буквальним повторенням, оскільки був переосмислений на європейському ґрунті.

На архітектуру модерну вплинула і традиційна китайська та японська архітектура, яка сприймалася як продовження природного оточення. З’явилися як спрощені пагоди в парках, так і європейські будівлі, де східне підґрунтя було трансформовано відповідно до місцевих традицій. Наприклад, серія «будинків прерій» Френка Ллойда Райта хоча і була створена під безпосереднім впливом японського павільйону на виставці, проте ці будинки не є буквальними копіями японських жител, хоча в них є «комин» – прообраз «токономи» і ширми замість внутрішніх перегородок.

Таким чином, варто зазначити, що впливи Китаю і Японії в добу модерну відбувались таким чином:

– на рівні захоплення філософськими вченнями;

– на рівні побутових предметів, які стають атрибутами інтер'єрів;

– на рівні мистецтва – в літературі, живописі, графіці, скульптурі (рис.1, 2);

– на рівні архітектури.

Попри те, що вплив Японії на мистецтво і архітектуру модерну традиційно вважається більш вагомим, вплив китайського мистецтва і архітектури також мав місце, що активізувалось в тому числі і завдяки вивченню печерного комплексу Дуньхуана.

Рис.1. Старовинний китайський орнамент.

Висновки. Використання естетичних властивостей традиційної китайської і японської культури дозволило збагатити образну концепцію європейського модерну. Від характерних живописних прийомів Китаю і Японії походять живописні прийоми модерну. Втім, існує різниця у впливах східних культур на мистецтво та архітектуру доби модерну: якщо в мистецтві такі аналогії простежуються досить чітко, в архітектурі цей вплив наприкінці XIX-на початку XX століття являв собою набагато складніше явище, ніж стиль «шинуазрі» XVIII століття: архітектори модерну не відтворювали буквально китайські і японські будівлі, натомість творчо переосмислили принципи їх формотворення, розпланування, функції і декорування.

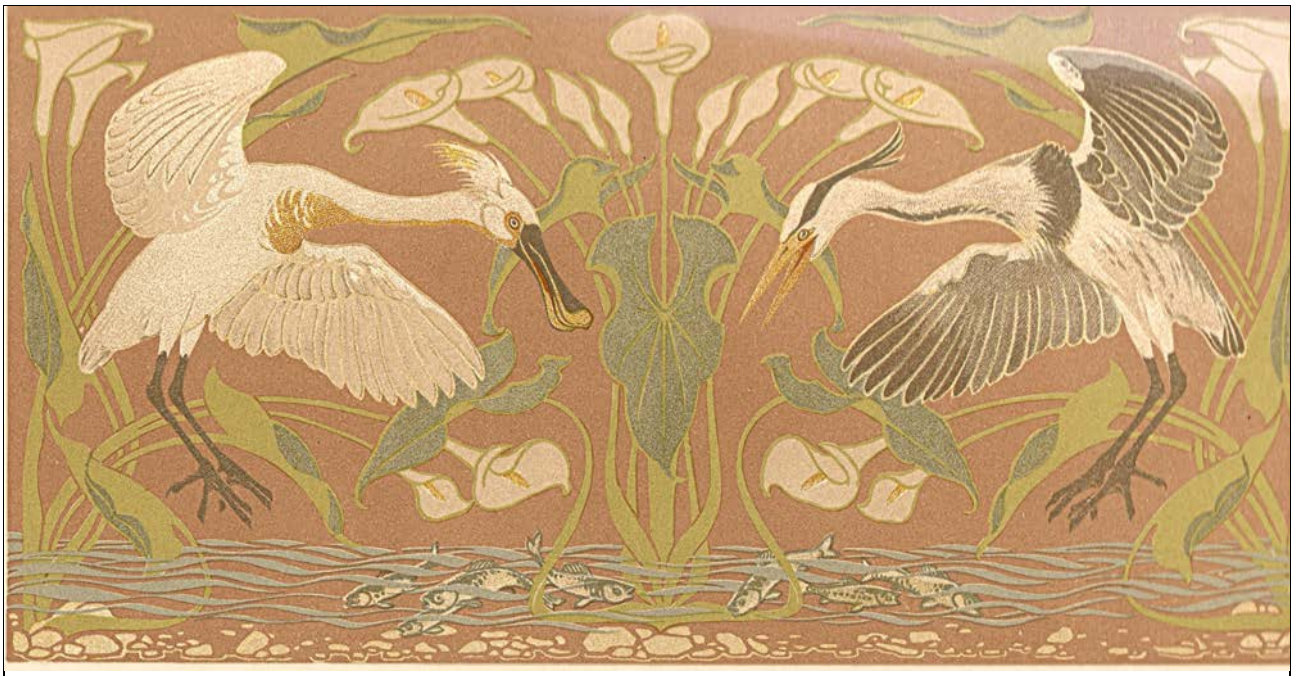


Рис.2. Орнамент модерну на основі китайських і японських орнаментів.

Список джерел

1. Benli L., Wanyue P., Haidong L., Jianjun Q. Increase of moisture content in Mogao Grottoes from artificial sources based on numerical simulations. *Journal of Cultural Heritage.* Vol. 45, 2020. P. 135-141. DOI: 10.1016/j.culher.2020.05.004

2. Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Chang P. History of origin and development, compositional and morphological features of park pavilions in Ancient China. *Landscape architecture and Art*. Volume 15, Number 15, 2020. P.78-85. DOI: 10.22616/j.landarchart.2019.15.08

3. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. The influence of the natural environment on the transformation of architectural style. *Landscape architecture and Art*. Volume 15, Number 15, 2020. P.101-108. DOI: 10.22616/j.landarchart.2019.15.11

4. Ivashko Y., Dmytrenko A., Paprzyca K., Krupa M., Kozlowski T. Problems of historical cities heritage preservation: Chernihiv Art Nouveau buildings. *International Journal of Conservation Science.* Volume 11, Issue 4, 2020. P. 953-964.

5. Orlenko M., Ivashko Y. The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*. Vol. XXI. 2019. P. 171-190. DOI:10.26485/AI/2022/24/16

6. Orlenko M., Ivashko Y., Dyomin M., Dmytrenko A., Chang P. Rational and aestetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities. *International Journal of Conservation Science*, Vol. 11, Issue 2, 2020. P. 499-512.

7. Sembach K.-J. Art Nouveau. Tashen America LLC, 2007.
8. Young D., Young M. Introduction to Japanese Architecture. Periplus, 2003.

D.Sc., Professor **Slieptsov Oleh,**
D.Sc., Professor **Dyomin Mykola,** Ph.D., Associate Professor **Kozakova Olena,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

THE INFLUENCE OF CHINA AND JAPAN ON EUROPEAN ARCHITECTURE AND ART AT THE END OF THE 19TH AND EARLY 20TH CENTURIES

Europe turned to Eastern cultures at the stage of oversaturation with its own traditions or at the stage of finding ways out of the crisis in the cultural and artistic life of society. Obviously, the fascination with Chinese cultural traditions - first at the mundane level, and later at the level of art and architecture - during the Baroque and Rococo period testified to the oversaturation that gradually grew in the Baroque and Rococo styles, and therefore the appeal to China became a hidden attempt to find something fundamentally new, non-standard. It is quite clear that without a deep understanding of the foundations of ancient Chinese culture, such citation of Chinese motifs in art and in the architecture of country palaces and park pavilions turned them into simplified theatrical scenery.

In the same way, the same fascination with Japanese culture in the second half of the 19th and early 20th centuries took place against the background of increasing crisis phenomena in society, when the processes of secularization intensified against the background of the industrial revolutions and the rise to the forefront of the bourgeois class, and that is why Japanese culture with its philosophy of Taoism and Buddhism, which penetrated into all spheres of social life, into art and architecture, was perceived as a desirable way out of stagnation. At the same time, once again, external forms were copied, which were transformed on local soil without a deep understanding of the philosophical and religious background.

It should be noted the impact on European culture of the opening in 1897 of the unique temple complex of Dunhuang. As a result of the unstable situation in China during the reign of the Qing Dynasty, many unique artifacts from the Dunhuang sanctuaries were bought for nothing by Europeans and ended up in museums in Europe. This caused another stage of interest in Chinese culture and architecture. The use of aesthetic properties of traditional Chinese and Japanese culture made it possible to enrich the figurative concept of European Art Nouveau. The painting techniques of Art Nouveau period originate from the characteristic painting techniques of China and Japan. However, there is a difference in the influence of

Eastern cultures on the art and architecture of Art Nouveau period: if in art such analogies can be traced quite clearly, in architecture at the end of the 19th and the beginning of the 20th centuries, this influence was a much more complex phenomenon than the "Chinoiserie" style of the 18th century: Art Nouveau architects did not literally reproduce Chinese and Japanese buildings, but instead creatively rethought the principles of their formation, layout, function and decoration.

Keywords: China; Japan; Art Nouveau period; European architecture; Dunhuang.

REFERENCES

1. Benli L., Wanyue P., Haidong L., Jianjun Q. **(**2020). Increase of moisture content in Mogao Grottoes from artificial sources based on numerical simulations. *Journal of Cultural Heritage, 45,*135-141. DOI: 10.1016/j.culher.2020.05.004 {In English}

2. Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Chang P. (2020). History of origin and development, compositional and morphological features of park pavilions in Ancient China. *Landscape architecture and Art. 15* (15), 78-85. {In English}

3. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. (2020). The influence of the natural environment on the transformation of architectural style. *Landscape architecture and Art. 15* (15), 101-108. {In English}

4. Ivashko Y., Dmytrenko A., Paprzyca K., Krupa M., Kozlowski T. (2020). Problems of historical cities heritage preservation: Chernihiv Art Nouveau buildings. *International Journal of Conservation Science, 11* (4), 953-964. {In English}

5. Orlenko M., Ivashko Y. (2019). The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, *XXI,* 171-190. DOI:10.26485/AI/2022/24/16 {In English}

6. Orlenko M., Ivashko Y., Dyomin M., Dmytrenko A., Chang P. (2020). Rational and aestetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities. *International Journal of Conservation Science*, *11* (2), 499-512. {In English}

7. Sembach K.-J. (2007). Art Nouveau. Tashen America LLC. {In English}

8. Young D., Young M. (2003). Introduction to Japanese Architecture. Periplus. {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.110-120
УДК 72.012
доктор архітектури, професор **Тімохін В.О.**,
timokhin.vo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-0559-4384, H-index-7,
кандидат архітектури, доцент **Гарбар М.В.**,
garbar.mv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1651-3164, H-index-2,
кандидат архітектури, доцент **Щурова В.А.,**
shchurova.va@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-8468-3280, H-index-3,
Київський національний університет будівництва і архітектури

БІОНІЧНІ ПРИНЦИПИ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ПІДЗЕМНИХ ПРОСТОРІВ

Проаналізовано біонічні принципи, доцільні для використання при формуванні архітектурного середовища, та врахована специфіка проєктування підземних просторів з використанням оптимальних зв'язків, та закономірностей, котрі використовуються в природі. Сформульовано засоби застосування біоніки і біоморфних структур в формуванні інтер'єрів та подібність житлових будов у тваринному світі при розробці функціональних зв'язків підземних просторів.

Ключові слова: підземний простір; сталий розвиток; біонічні принципи; технічні принципи; естетичні принципи

Постановка проблеми. Перенаселення найкрупніших міст як місць тяжіння праці та комфортного життя призводять до ущільнення житлової забудови. Інженерні та транспортні комунікації не справляються з навантаженням і потребують розширення та пошуку альтернативних підходів до неосвоєних територій, до яких відносяться підземні простори. Історія демонструє приклади активного засвоєння підземних просторів з давніх часів з різною метою: оборонна, збереження від хижих тварин, схованка від несприятливих кліматичних умов тощо. Сучасні проєкти міст майбутнього все більше заглиблюються в землю з використанням геотермальної енергії. Наразі є обмеження щодо використання підземних просторів для споруд різного призначення та окремих приміщень громадських будівель і споруд. Безпека життєдіяльності при освоєнні підземних просторів у якості житла вивчається на предмет дискомфорту перебування у замкненому середовищі. Локальність використання підземних ярусів під будівлями і спорудами не вирішує проблеми комплексної підземної комунікації та вирішення проблем критичних екологічних і техногенних загроз. Поєднання ідеї раціонального проєктування з

прикладів біоніки – розповсюдження структурної сітки міцелію та тваринного світу при формуванні мурашників, раціональність бджолиних стільників тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження з підземної урбаністики мають специфічний характер і можна прослідити часові етапи розвитку цієї теми. Перші наукові роботи з освоєння підземних просторів у якості комунікаційних систем стосувалися появі метрополітену, підземним переходам під швидкісними магістралями, сучасні методологічні дослідження Панкратової Н.Д., Вапнічної В.В., Гайко Г.І., Савченко І.О., Матвійчук І.О., Vähäaho I. присвячені вивченню підземної інфраструктури урбаністичного простору для забезпечення мінімізації екологічних і техногенних ризиків в тому числі з урахуванням особливостей геологічного середовища і використання підводних ділянок [1-5].

Оглядові та аналітичні роботи досвіду проєктування підземних об’єктів і міст опубліковані такими вченими, як Тригуб Р.М. [6]; С.В. Риндюк, М.А. Максименко [7]. Про засвоєння підземних просторів у місті та економічні переваги їхнього влаштування йдеться в працях Нестеренко С. Г., Радзінської Ю.Б., Доброходової О.В. та ін. [8]. Використання підземних просторів як метод збереження цінного історичного середовища міст надана увага у роботі Жидкової Т.В. [9]. Антоненко І. В. аналізує системний розвиток підземного простору Києва. Також розглядаються пріоритетні завдання та усунення можливих ризиків [10].

Апробації результатів досліджень підземних просторів різного призначення присвячена Міжнародна наукова конференція «Підземний простір: освоєння, вивчення, вторинне використання» Запоріжжя–Василівка, 25-26 вересня 2015 р. Організатори: Європейське товариство екологічної історії, Запорізький національний університет, Василівський історико-архітектурний музей-заповідник «Садиба Попова» Запорізьке наукове товариство ім. Я. Новицького [11].

Валінкевич Н.А., Бармашина Л.М. розглядають біонічні форми як засіб покращення естетичного образу міського простору [12].

Формотворчі пропозиції проєкту міста майбутнього Паоло Солері, підводне місто Вінсента Калебота пов’язані з підземними та підводними проторами. Концепції цифрового морфогенезу проявляються в дигітальній архітектурі та дизайні [13, 14].

Таким чином, з аналізу наукових досліджень з даної тематики було виявлено основні напрямки досліджень, пов’язані з підземною урбаністикою, прокладення транспортних комунікацій, формування підземних комплексів громадського користування, аналіз підземних просторів окремих міст, підземні міста-утопії та біонічні засоби формотворення в архітектурі і дизайні. Питання

влаштування підземних комплексів засобами моделювання біонічних структур на теперішній час не розглядалися.

Актуальність статті визначається пошуками нових шляхів створення комфортного середовища для облаштування тимчасового схову та місця прикладення праці чи організації навчального процесу людини під землею, що є актуальним для України та інших держав, які перебувають під обстрілами зброєю масового ураження. Також актуальним залишається економічний чинник при застосуванні підземних територій міст як декомпресія щільної забудови на поверхні. Спрощення систем вентиляції та рефлективно влаштованих нір, гранична функціональність, використання природних ресурсів для збереження тепла – прийоми, які має засвоїти людство для свого подальшого виживання.

Новизна. Вперше розглянуто принципи застосування структур флори і фауни як оптимальні прояви природного світу у підземних просторах. Порівняно аспекти оптимальності шляхів та їхнього зв'язку. Наряду з відомими стилями в архітектурі: органічною архітектурою, біонікою обґрунтовано застосування результатів досліджень з біології і зоології при створенні архітектурного середовища.

Метою публікації є аргументація оптимізації організації підземних просторів і визначення основних переваг раціональності в їхній організації з використанням біонічних структур.

Методи досліджень застосовано метод вивчення текстового, графічного та ілюстраційного матеріалу біологічних і зоологічних дисциплін, аналізу аналогів проєктування підземних парків; метод включеного спостереження і систематизації матеріалу.

Основна частина. Як свідчить історія, мільйони років тому людина ховалася від кліматичних негараздів як правило в складках земної кори – печерах, щілинах, норах, копіюючи поведінку тварин. Поступово, з розвитком пізнання сутності свого буття вона почала застосовувати для побудови укриття фрагменти природного світу – ґрунт, дерева, листя, глину, пізніше опалену глину, цеглу тощо. Як правило – всі ці елементи застосовувалися вже для будівництва на поверхні землі, але людина не відмовилася і від використання підземних і напівпідземних просторів. До наших днів дійшли відомості про підземні міста та об'єкти різного значення – культового, промислового,оборонного. Серед них: підземне місто Дерінкую в Туреччині (VI -V ст. до н. е.), з природною вентиляцією і стабільним температурним режимом всередині, призначене для життя в складних кліматичних умовах; підземне місто Киш в Ірані віком 2500 років, побудоване для управління водними ресурсами; система печер Києво-Печерської Лаври в Україні; підземне

містечко Мусс-Джо в канадській провінції, яке звели для своїх потреб контрабандисти; одеські катакомби-каменоломні в Україні для видобутку черепашнику; соляна шахта у Величці в Польщі; містечко Кубер-Педі в Австралії для захисту від сонця та видобувачів коштовного каміння; китайські катакомби Дися Чен 60-х років XX ст. під Пекіном як бомбосховище від ядерного удару тощо. Сьогодні ці об'єкти в основному виступають як музеї.

Дефіцит наземних територій у сучасних містах призвів до активного засвоєння підземних просторів розважального, торговельного призначення. Наука активно стала проповідувати і реалізовувати створення споруд різних функцій в тілі землі: секретні заводи, лабораторії, інженерні системи, транспортні тунелі і станції метро, транспортно-пересадочні вузли, склади тощо [15]. Комерційні структури поширюють володіння підземними просторами і вшир, і вглиб для влаштування торговельних комплексів, готелів під водою, в товщі льодовиків та ін. Постійна напруга взаємовідносин народів, держав і мілітаризація сприяє тому, що для розміщення об'єктів різних функцій стали активно використовувати підземні простори для захисту та порятунку від зброї масового знищення. Концептуальні проєкти підземних поселень з набором численних функцій та життєзабезпечення фінансуються багатими спонсорами в напрямку реалізації програм по освоєнню та заселенню людьми інших планет Сонячної системи.

Нажаль, в образах архітектури малозначно і несміливо проявляються елементи природи, так звані фрагменти біологічної архітектури, хоча в свій час було пожвавлення захопленням біонікою в архітектурі XX ст. способи відтворення певних принципів і властивостей, закономірностей біологічної форми. Біоморфна архітектура – застосування тих самих основних засад творення, які використовує природа: максимальна несуча здатність за мінімальної ваги власної конструкції [16]. Усі біоструктури працюють тривимірне, тому є пряма аналогія в 3-Д моделюванні форм. Природні конструкції зазвичай працюють на розтин та стиск. Реалізовуючи ці раціональні засади, природа робить ідеальні пластичні форми, до яких подібні пошуки лендморфної архітектури і дизайну. Створення подібних об'єктів буде також активізовано як і підземні структури [17].

Одна з концепцій раціональної організації підземного мегаполісу з розгалуженням комунікацій і просторів – міцелій. Структура коріння грибів в природі формує підземну мережу найкоротших шляхів. І нитки міцелію розповсюджуються мережею під покровом ґрунту в лісах, мають зв'язок з деревами, являючи форму взаємокорисного співжиття мутуалізм, коли присутність партнера стає обов'язковою умовою існування кожного з них. Функціональні зв'язки підземних комунікації та складів подібно до цього

явища природи асоціативно і є принципом мутуалізму для надземних будівель і живлять їх енергією, ресурсами та ін.

Приклад мутуалізму виявляється при побудові нірки борсука, який ховається в ній від біотичних та абіотичних чинників середовища. Тунелі борсукової нірки завдяки об'єму, забезпечують ліпшу аерацію ґрунту, що сприяє росту кореневих систем дерев, а також прискорює процес поглинання опадів [18]. Мутуалізму використанні підземних просторів під будівлею пов'язаний з забезпеченням громадських просторів підземних ярусів оживленими масами людей для кращого функціонування.

Найбільш раціональною схемою суспільного устрою та побудови спільного життєвого простору є структура будови мурашника. У регіонах з екстремальним жарким кліматом комахи будують свої житла виключно під землею. Зсередини мурашник виглядає по-різному, але структура виділення і організації спеціалізованих камер властиві будь-яким видам гніздових мурах: «Солярій»; «Зимувальна камера»; «Кімната королеви»; «Комора»; «Ясла»; «Холодильник»; «Корівник», тощо. При розробці підземного тимчасового житла або бункера, було б розумно дослідити саме цю схему мурашиного поселення.

Математичним шляхом Томас Хейлз у 1999 році довів, що на відміну від інших геометричних фігур, саме шестикутники, що лежать в основі бджолиних стільників, найкраще підходять для максимального використання простору. При цьому витрачається мінімум будівельного матеріалу. Він наочно пояснив, чому ідеальною фігурою при поділі єдиного простору на дрібніші частини є правильний шестикутник. Бджолині стільники називають «архітектурним шедевром». Сьогодні принцип бджолиних стільників застосовується вченими для створення конструкцій, що поєднують у собі пружність і компактність.

Проект підземного парку «New York City Lowline» на території занехаяного тролейбусного парку, законсервованого в 1948 р. – приклад мислення про освоєння підземних просторів нетрадиційними способами і демонструє пошук створення штучної природи в містах-мегаполісах. Хоча проект не реалізовано, він отримав статус найпершого в світі підземного парку. Цей проект можна назвати альтернативою відомої системи надземного парку «Highline» в Нью-Йорку. Розроблена Джеймсом Ремсі з Raad Studio, технологія уловлення сонячного світла працює за принципом «віддаленого мансардного вікна» з фокусуванням в точці та спрямовується під землю для підтримки фотосинтезу рослин парку. Формування парку під землею з вирощуванням рослин в природному для них середовищі – це приклад створення простору подібного до оаз, які в природі трапляються серед ущелин і скель [19].

Проект Дубая «Оаза під пустелею» Al Fayah Park з обширною системою навісів у вигляді природних утворень пустелі для створення мікроклімату, нешкідливого для рослин в умовах палючого сонця. Багатогранна форма навісів, просвіти між якими імітують тріщини в земній поверхні утворюють своєрідні світлові каньйони для забезпечення світлом озеленення. Творець проєкта дизайнер Томас Хезервік інтегрував свій об'єкт в середовище пустелі, використовуючи біоморфологію ґрунтів [20].

Результати дослідження. В ході вивчення принципів утворення гармонійного безпечного середовища представниками флори і фауни, біонічні принципи архітектурно-планувальної організації міських підземних просторів поділимо на дві групи: технічні та естетичні.

Технічні принципи, які забезпечують оптимальне функціонування структури підземного об'єкта: принцип компактності; ефективного використання ландшафту полягає у максимальному використанні ділянки під забудову, створення штучного ландшафту; використання зовнішніх джерел енергії; принцип автономності; використання місцевих будівельних матеріалів; принцип модульності, мобільності, трансформації, універсальності; принцип розгалуження та розосередження; транзити у будівлях мають бути мінімальними за протяжністю, сполучати усі зони найкоротшими шляхами,чітко виражені вертикальні та горизонтальні комунікації, подібно до підземного житла тварин.

Естетичні принципи формоутворення підземного простору, його конфігурації і оздоблення: принцип застосування пропорціювання, філотаксису та ін., принцип естетичної цілісності підземного простору, компенсація відсутності флори; принципи формування природного колірного архітектурного простору; інтегральні принципи фрактальності об'єкта – самоподібність, динамічність, здатність до розвитку, подрібненість.

Принцип потенційного розвитку спрямований на виявлення можливих перспектив розвитку, в ньому закладена програма подальшого моделювання форми; створення ультрасучасного простору, інтерактивного, віртуального, адаптивного.

Висновки та рекомендації подальшого дослідження.

Подальші дослідження планується проводити в напрямку пошуку конкретних відповідностей між нормами проєктування та задачами системного розвитку підземної урбаністики мегаполісів у відповідності до концепції сталого розвитку. В питаннях виживання прийоми мають бути якнайбільш примітивними та природними, які можна використовувати при серйозних пошкодженнях складних автоматизованих систем життєзабезпечення. Це

актуально по відношенню до інфраструктури та розширення утилітарних можливостей просторів багатофункціонального «підземного міста».

Список джерел

1. Гайко Г.І., Савченко І.О., Вапнічна В.В. Морфологічна модель розвитку підземної інфраструктури великих міст для мінімізації екологічних і техногенних ризиків урбаністичного простору. *Науково-технічний журнал «Геоінженерія»*. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020.Вип. 4. С. 7–18.

2. Pankratova N.D., Haiko H.I., Savchenko I.O. Morphological model forunderground crossings of water objects. *System research&Informationtechnology*, 2021. Vol. 4. P. 78–92. DOI:10.20535/SRIT.2308-8893.2021.4.05

3. Haiko H.I. , Savchenko I.O., Matviichuk I.O. Development of a morphological model for territorial development of underground city space. *Naukovyi Visnyk NHU*, 2019, Вип. 3. С. 68–80. DOI: 10.29202/nvngu/2019-3/14

4. Гайко Г.І. Освоєння підземного простору в концепції сталого розвитку великих міст. *Геотехнології*, 2018. Вип. 1. С. 60–64. URL: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/36566

5. Vähäaho, I. Underground space planning in Helsinki. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2014. Vol. 6, P. 387–398. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.05.005

6. Тригуб Р.М. Особливості освоєння підземного простору. *Вісник НУВГП. Серія «Технічні науки»,*2021. Вип. 2(94) С. 106–113. DOI: https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2

7. Риндюк С.В., Максименко М.А. Освоєння підземного простору як вирішення проблем урбанізації міст. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві,* 2020. Том 29(2). С. 101–107. DOI: https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2-101-107

8. Нестеренко С.Г., Радзінська Ю.Б., Доброходова О.В. Принципи ефективного використання земель підземної нерухомості в структурі мегаполісів. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського*. К : ТНУ, 2020. Том 31 (70). Ч. 2, Вип. 3. С. 162–166. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.80.166-179

9. Жидкова Т.В., Шелвокін О.А. Вертикальне зонування території як метод збереження історичного середовища міста. *Коммунальное хозяйство городов. Научно-технический сборник,* 2009. Вип. 90. С. 148–151.

10. Антоненко І.В. Системний розвиток підземного простору Києва. Пріоритетні завдання та усунення можливих ризиків. *SWorld Journal Issue*, 2021. Vyp. 10 / Part 1.P. 108–114. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-10-01-032

11. Підземний простір: освоєння, вивчення, вторинне використання: Збірник матеріалів Міжнародної наукової конференції (Запоріжжя–Василівка, 25-26 вересня 2015 р.) / Упор. Мільчев В.І., Олененко А.Г., Петрова К.А., Стойчев В.М., Філас В.М. Запоріжжя, 2018. 140 с.

12. Валінкевич Н.А., Бармашина Л.М. Організація біонічної форми для гармонізації міського середовища. *Проблеми розвитку міського середовища,* 2012. Вип. 7. С. 49–54.

13. Вергунова Н.С. Концепції цифрового морфогенезу в архітектурі та дизайні. *Комунальне господарство міст*, 2017.Вип. 139. С. 206–208.

14. Amoroso N. Digital landscape architecture now. London: Thames & Hudson, 2012. 304 p.

15. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика: Градостроительные особенности развития систем подземных сооружений. М.: Стройиздат, 1979. 231с.

16. Криворучко О. Сучасна архітектура. Термінологічний словник. Львів: Львівська політехніка, 2008. 136 с.

17. Щурова В.А. Морфологічні чинники формування та розвитку ландшафтної системи міст. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, 2014. Вип. 36. С. 352–356.

18. Дикий І. Особливості поселень борсука (MELES MELES L.) на території заходу України. *Вісник львів. ун-ту. Серія біологічна*, 2005. Вип. 40. С. 101–110.

19. TheLowline. NewYork, NYURL: https://www.kickstarter.com/projects/1520010949/new-solar-technology-to-build-an-underground-park/creator_bio

20. Al Fayah Park Abu Dhabi, United Arab Emirates. URL: https://www.heatherwick.com/project/al-fayah-park/

Doctor of Architecture, Professor **Viktor Timokhin,**
Ph. D architecture, assistant professor **Maryna Harbar,**
Ph. D architecture, assistant professor **Viktoria Shchurova,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

BIONIC PRINCIPLES OF ARCHITECTURAL AND PLANNING ORGANIZATION OF URBAN UNDERGROUND SPACES

The article analyzes bionic principles that are appropriate for use in the formation of an architectural environment, and takes into account the specifics of designing underground spaces using optimal connections and regularities used in nature. Was formulated the means of applying bionics and biomorphic structures in the formation of interiors and the similarity of residential buildings in the animal

world in the development of functional connections of underground spaces. The safety of life activities when developing underground spaces as housing studied for the discomfort of being in a closed environment. The locality of using underground layers under buildings and structures does not solve the problem of complex underground communication and solving the problems of critical environmental. In the course of studying the principles of formation of a harmonious safe environment by representatives of flora and fauna, bionic principles of architectural and planning organization of urban underground spaces divided into two groups: technical and aesthetic.

Technical principles that ensure the optimal functioning of the structure of the underground object: the principle of compactness; effective use of the landscape consists, creation of an artificial landscape; use of external energy sources; the principle of modularity, mobility, transformation, universality.

Aesthetic principles of shaping the underground space, its configuration and decoration: the principle of proportioning, aesthetic integrity of the underground space, compensation for the absence of flora; principles of formation of natural color architectural space; integral principles of object fractality.

The principle of potential development is aimed at identifying possible prospects for development, it includes a program for further modeling of the form, creation of an ultra-modern space, interactive, virtual, adaptive.

Keywords: underground space; sustainable development; bionic principles; technical principles; aesthetic principles.

REFERENCES

1. Hayko, H.I., Savchenko, I.O., Vapnichna, V.V. Morfolohichna model′ rozvytku pidzemnoyi infrastruktury velykykh mist dlya minimizatsiyi ekolohichnykh i tekhnohennykh ryzykiv urbanistychnoho prostoru. [A morphological model of the development of the underground infrastructure of large cities to minimize environmental and man-made risks of urban space]. Naukovo-tekhnichnyy zhurnal «Heoinzheneriya». K.: KPI im. Ihorya Sikors′koho, 2020. Vol. (4). P. 7–18 {in Ukrainian}

2. Pankratova, N.D., Haiko, H.I., Savchenko, I.O. Morphological model forunderground crossings of water objects. *System research & Information technology*, 2021. Vol. (4). P. 78–92. DOI:10.20535/SRIT.2308-8893.2021.4.05 {in English}

3. Haiko, H.I. , Savchenko, I.O., Matviichuk, I.O. Development of a morphological model for territorial development of underground city space. *Naukovyi Visnyk NHU*, 2019, Vol. (3). P. 68–80. DOI: 10.29202/nvngu/2019-3/14 {in English}

4. Hayko, H. I. Osvoyennya pidzemnoho prostoru v kontseptsiyi staloho rozvytku velykykh mist. [Development of underground space in the concept of sustainable development of large cities]. *Heotekhnolohiyi*, 2018. Vol. (1). P. 60–64. DOI: https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/36566 {in Ukrainian}

5. Vähäaho, I. Underground space planning in Helsinki. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 2014. Vol. (6). P. 387–398 DOI: https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2014.05.005 {in English}

6. Tryhub, R.M. Osoblyvosti osvoyennya pidzemnoho prostoru. [Peculiarities of the development of underground space]. *Visnyk NUVHP. Seriya «Tekhnichni nauky»*, 2021. Vol. 2 (94). P. 106–113. DOI: https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2 {in Ukrainian}

7. Ryndyuk, S.V., Maksymenko, M.A. Osvoyennya pidzemnoho prostoru yak vyrishennya problem urbanizatsiyi mist. [Development of underground space as a solution to the problems of urban urbanization]. *Suchasni tekhnolohiyi, materialy i konstruktsiyi v budivnytstvi*, 2020. T. 29(2). P. 101–107. DOI: https://doi.org/10.31649/2311-1429-2020-2-101-107 {in Ukrainian}

8. Nesterenko, S.H., Radzins′ka, YU.B., Dobrokhodova, O.V. Pryntsypy efektyvnoho vykorystannya zemel′ pidzemnoyi nerukhomosti v strukturi mehapolisiv. [Principles of effective use of underground real estate land in the structure of megacities]. *Vcheni zapysky TNU im. V.I. Vernads'koho*. K. TNU, 2020. T. 31 (70). CH. 2,Vol. (3). P.162–166. DOI: https://doi.org/10.32347/2076-815x.2022.80.166-179 {in Ukrainian}

9. Zhydkova, T.V., Shelvokin, O.A. Vertykal′ne zonuvannya terytoriyi yak metod zberezhennya istorychnoho seredovyshcha mista.Kommunal′noe khozyaystvo horodov. [Vertical zoning of the territory as a method of preservation of the historical environment of the city]. *Nauchno-tekhnycheskyy sbornyk*, 2009.Vol. (90). P. 148–151 {in Ukrainian}

10. Antonenko I.V. Systemnyy rozvytok pidzemnoho prostoru Kyyeva. Priorytetni zavdannya ta usunennya mozhlyvykh ryzykiv. [Systematic development of the underground space of Kyiv. Priority tasks and elimination of possible risks]. *SWorld Journal Issue*, 2021.Vol. (10). Part 1.P. 108–114. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-10-01-032 {in Ukrainian}

11. Pidzemnyy prostir: osvoyennya, vyvchennya, vtorynne vykorystannya. [Underground space: development, study, secondary use]. *Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovoyi konferentsiyi (Zaporizhzhya–Vasylivka, 25-26 veresnya 2015 r.)* / Upor. Mil′chev, V.I., Olenenko, A.H., Petrova, K.A., Stoychev, V. M., Filas, V.M. Zaporizhzhya, 2018. 140 p. {in Ukrainian}

12. Valinkevych, N.A., Barmashyna, L.M. Orhanizatsiya bionichnoyi formy dlya harmonizatsiyi mis′koho seredovyshcha. [Organization of a bionic form for the

harmonization of the urban environment]. Problemy rozvytku mis′koho seredovyshcha, 2012. Vol. (7). P. 49–54 {in Ukrainian}

13. Verhunova, N.S. Kontseptsiyi tsyfrovoho morfohenezu v arkhitekturi ta dyzayni. [Concepts of digital morphogenesis in architecture and design]. *Komunal'ne hospodarstvo mist*, 2017. Vol. (139). P. 206–208 {in Ukrainian}

14. Amoroso N. Digital landscape architecture now. London: Thames & Hudson, 2012. 304 p. {in English}

15. Holubev, H.E. Podzemnaya urbanystyka: Hradostroytel′nye osobennosty razvytyya system podzemnykh sooruzhenyy. [Underground Urbanism: Urban Development]. M.: Stroyyzdat, 1979. 231s. {in Russian}

16. Kryvoruchko, O. Suchasna arkhitektura. Terminolohichnyy slovnyk. [Modern architecture. Terminological dictionary]. L′viv: L′vivs′ka politekhnika, 2008. 136 p.

17. Shchurova, V.A. Мморфorfolohichni chynnyky formuvannya ta rozvytku landshaftnoyi systemy mist. [Morphological factors of the formation and development of the landscape system of cities]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya*, 2014. Vol. (36). P. 352–356 {in Ukrainian}

18. Dykyy, I. Osoblyvosti poselen′ borsuka (MELES MELES L.) na terytoriyi zakhodu Ukrayiny. [Peculiarities of badger (MELES MELES L.) settlements in western Ukraine]. *Visnyk l'viv. un-tu. Seriya biolohichna*, 2005. Vol. (40). P. 101–110 {in Ukrainian}

19. The Lowline. New York, NYURL: https://www.kickstarter.com/projects/1520010949/new-solar-technology-to-build-an-underground-park/creator_bio {in English}

20. Al Fayah Park Abu Dhabi, United Arab Emirates. URL: https://www.heatherwick.com/project/al-fayah-park/ {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.121-128
УДК 7.01:[130.2:2-11](510)-021.51
д. арх., професор **Товбич В.В.,**
ORCID: 0000-0002-4794-4944, tovbych@gmail.com,
д. арх., професор **Слєпцов О.С.,**
ORCID: 0000-0001-5441-5453, slieptsov.os@knuba.edu.ua,
д. арх., професор **Дьомін М.М.,**
ORCID: 0000-0002-3144-761X, deminmaster@gmail.com,
Київський національний університет будівництва і архітектури
к. арх., доцент **Козакова О.М.,**
ORCID: 0000-0003-0593-266X, olena.kozakova.arch@gmail.com,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ФІЛОСОФСЬКО-РЕЛІГІЙНІ ВЧЕННЯ КИТАЮ ЯК ОСНОВА МИСТЕЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Висвітлюється вплив традиційних релігійно-філософських вчень Китаю на формування та розвиток китайського мистецтва та архітектури. Основою мистецтва та архітектури Китаю став унікальний «релігійний синкретизм» трьох вчень – даосизму, конфуціанства і буддизму. Запозичений з Індії буддизм поступово трансформувався на теренах Китаю, утворивши місцеву версію, що наочно доводить приклад унікального печерного храмового комплексу Дуньхуана.

Ключові слова: Китай; філософсько-релігійні вчення; основа; даосизм; конфуціанство; буддизм; храмовий комплекс Дуньхуана.

Постановка проблеми. Попри те, що мистецтво і архітектура Китаю досліджені досить широко, ці питання в Україні аналізувались значно менше, тому більшість результатів наукових досліджень в цій царині опублікована англійською мовою. Автори поставили перед собою задачу проаналізувати безпосередній вплив давніх філософських вчень Китаю на мистецтво та архітектуру.

У випадку Китаю можна говорити про унікальне явище так званого «релігійного синкретизму» кількох релігій (даосизм-конфуціанство-буддизм). Такий унікальний конгломерат релігійних вчень, які не вступали між собою у протиріччя, відповідно вплинув на створення оригінальних мистецтва і архітектури.

Захопившись китайськими виробами, мистецтвом і архітектурою в XVIII столітті, країни Європи сприйняли це як незвичну екзотику, не усвідомивши, що вся культура Китаю базувалася тисячоліттями на чіткій ієрархії явищ. Так

само починаючи з другої половини XIX століття, відкривши для себе Японію, західний світ не сприйняв її культуру глибоко, скоріше, трансформував її в химерному стилі модерн і в «стилі прерій» Райта. Це було більш усвідомлене запозичення без буквального копіювання (оскільки копія завжди програє оригіналу), а з створенням нового на запозиченій основі.

Актуальність теми дослідження зумовлена необхідністю появи вітчизняних досліджень впливів китайських філософсько-релігійних вчень на мистецтво і архітектуру Китаю і Японії.

Мета дослідження полягає в представленні філософсько-релігійних вчень Сходу як основи мистецтва і архітектури Китаю.

Методи дослідження: для проведення дослідження були використані методи: історичного аналізу, культурологічного аналізу, релігійного аналізу, філософського аналізу, мистецтвознавчого аналізу, порівняльного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Були опрацьовані джерела по таких напрямках:

1) архітектура і мистецтво гротів Могао [1]
2) традиційні китайські вірування [2],
3) традиційна китайська архітектура [3-5,7],
4) поняття «мистецтво» в реставрації [6].

Опрацювання джерельної бази довело необхідність висвітлення результатів досліджень в українських наукових джерелах, оскільки в Україні ця тема і досі залишається недостатньо дослідженою, а обєкти недостатньо відомими.

Основна частина. Суспільне життя Китаю, його культура і мистецтво визначалися місцевою релігією даосизму, а основні постулати були викладені в трактаті «Даодецзин» («Книга про дао і де», VI ст. н.е.). Основний принцип існування світу був викладений таким чином: « Коли в Піднебесній дізнаються, що прекрасне є прекрасним, з'являється і огидне. Коли всі дізнаються, що добро є добром, виникає і зло. Тому буття і небуття породжують один одного, важке і легке створюють один одного, довге і коротке взаємно співвідносяться, високе і низьке взаємно визначаються, звуки, зливаючись, приходять у гармонію, попереднє і наступне слідують один за одним». Отже, згідно з філософською концепцією даосизму, всі природні явища зумовлювались зміною світла і тіні, тепла і холоду, зміною пір року, послідовним перетворенням п'яти першоелементів (дерево, вогонь, земля, метал, вода) відповідно до законів «дао». Відповідно, людина з усім укладом життя ставала учасником круговерті явищ в природі, а відтак відчувала себе не головним Божим творінням, як це було в християнстві, а лише однією з складових Всесвіту.

Основною тезою даосизму була теза про постійно мінливу природу. Природа в даосизмі отримувала значення першооснови Всесвіту, а основою буття ставав логічний порядок і ієрархія явищ. Таким чином, природа набувала значення морального критерію абсолютної гармонії.

Відміна християнської філософії від філософії буддизму полягає в активній позитивній діяльності в християнстві і відстороненої не-діяльності в буддизмі. Найвищою метою життя в буддизмі став принцип Будди: «Я не прагну смерті, я не прагну життя… Я свідомо і бадьоро чекаю, поки прийде мій час». Чотири основні постулати класичного (індійського) буддизму полягали в наступному: 1)життя – це страждання; 2) страждання приносять бажання; 3) аби не страждати, треба не бажати; 4) аби цьому навчитись слідуй шляхом Будди.

На відміну від християнства, феномен буддизму полягає в відсутності «логоса» – божества в основі релігії, оскільки початково образ Будди трактувався як образ людини, що досягла просвітлення. В буддизмі не було закладено тезу про цінність людського буття, яке трактувалось як одномоментне і змінне.

Тепер простежимо, як специфічні філософсько-релігійні вчення Китаю впливали на мистецтво та архітектуру.

Це наочно видно як в світських будівлях, так і в храмах трьох релігій. Явище трансформації запозиченої релігії буддизму на місцевому грунті можна проілюструвати прикладом унікального печерного храмового комплексу Дуньхуана, створення якого тривало понад тисячу років, з IV до XIV століття. На прикладі стінописів святилищ можна простежити, як запозичені сюжети і техніки поступово урізноманітнювались і удосконалювались під впливом місцевих живописних технік. Більш того, поступово в суто буддійські сюжети додавались сцени світського життя, портрети благодійників, а також пантеон даоських божеств (фетянь – китайський варіант небесних апсар, володарі Фусі і Нюйва, тощо).

У світській архітектурі й у ландшафтному дизайні також витримувались принципи фен-шуй та усталеної ієрархії. Так, всі головні фасади були зорієнтовані на південь, а ширми виконували роль перепон для злих духів (в садах таку функцію виконували «природні ширми» - «зелені екрани», коли одна природна картина закривала другу і весь сад неможливо було одночасно оглянути. Китайський сад ставав уособленням гармонії світу, тому кожна пейзажна картина ретельно продумувалась (рис.1). Вважалося, що альтанки – малі павільйони в саду ставали місцем, де людина стикалася з законами ідеальної гармонії природи (рис.2).

Рис.1. Альтанка Ке тін в саду Лююань в Сучжоу. Акварель Чан Пена, 2020.

Рис.2. Альтанка Цан лан тін в саду Цанлантін в Сучжоу. Акварель Чан Пена, 2020.

Висновки

Аналіз взаємозв'язків між традиційною китайською архітектурою і мистецтвом та традиційними філософсько-релігійними вченнями засвідчує, що архітектура і мистецтво підпорядковувались принципам фен-шуй і місцевому «релігійному синкретизму».

На відміну від європейської архітектури і мистецтва, які виконували естетичну функцію і багато в чому залежали від творчості художника чи архітектора, в Китаї мистецтво та архітектура відзначались жорсткою упорядкованістю і дотриманням ієрархії. Значно вагомішу роль у порівнянні з індивідуальним почерком майстра відігравала відповідність усталеним канонам.

Список джерел

1. Benli L., Wanyue P., Haidong L., Jianjun Q. Increase of moisture content in Mogao Grottoes from artificial sources based on numerical simulations. *Journal of Cultural Heritage.* Vol. 45, 2020. P. 135-141. DOI: 10.1016/j.culher.2020.05.004

2. Chen Y. Taoism in the People's Republic of China, [in:] The Encyclopedia of Taoism, ed. F. Pregadio, London – New York, 2008. P. 174-175.

3. Chinese pavilions. Text and photo's by Qin Li. Beijing, China Architecture and Building Press. 2019.

4. Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Chang P. History of origin and development, compositional and morphological features of park pavilions in Ancient China. *Landscape architecture and Art*. Volume 15, Number 15, 2020. P.78-85. DOI: 10.22616/j.landarchart.2019.15.08

5. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. The influence of the natural environment on the transformation of architectural style. *Landscape architecture and Art*. Volume 15, Number 15, 2020. P.101-108. DOI: 10.22616/j.landarchart.2019.15.11

6. Orlenko M., Ivashko Y. The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*. Vol. XXI. 2019. P. 171-190. DOI: 10.26485/AI/2022/24/16

7. Orlenko M., Ivashko Y., Dyomin M., Dmytrenko A., Chang P. Rational and aestetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities. *International Journal of Conservation Science*, Vol. 11, Issue 2, 2020. P. 499-512.

D.Sc., Professor **Tovbych Valerii.** D.Sc.,
Professor **Slieptsov Oleh,** D.Sc., Professor **Dyomin Mykola,**
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Ph.D., Associate Professor **Kozakova Olena,**
Kyiv National University of Construction and Architecture

PHILOSOPHICAL AND RELIGIOUS TEACHINGS OF CHINA AS THE BASIS OF ART AND ARCHITECTURE

The social life of China, its culture and art were determined by the local religion of Taoism, and the main postulates were laid out in the treatise "Daodejing" ("The Book of Tao and De", 6th century AD). Accordingly, a person with the whole way of life became a participant in the cycle of phenomena in nature, and therefore felt that he was not the main creation of God, as it was in Christianity, but only one of the components of the universe.

Unlike Christianity, the phenomenon of Buddhism consists in the absence of a "logos" – the deity at the heart of the religion, since initially the image of the Buddha was interpreted as the image of a person who has achieved enlightenment. In Buddhism, there was no thesis about the value of human existence, which was interpreted as one-moment and changeable.

Now let's trace how the specific philosophical and religious teachings of China influenced art and architecture.

This is clearly visible both in secular buildings and in the temples of the three religions. The phenomenon of the transformation of the borrowed religion of Buddhism on local soil can be illustrated by the example of the unique cave temple complex of Dunhuang, the creation of which lasted over a thousand years, from the 4th to the 14th century. On the example of the wall paintings of sanctuaries, it is possible to trace how the borrowed subjects and techniques were gradually diversified and improved under the influence of local painting techniques. Moreover, scenes of secular life, portraits of benefactors, as well as a pantheon of Taoist deities were gradually added to the purely Buddhist subjects (fetian – the Chinese version of the heavenly apsaras, lords of Fuxi and Nüwa, etc.).

The principles of feng shui and established hierarchy were also maintained in secular architecture and landscape design. So, all the main facades were oriented to the south, and the screens acted as barriers for evil spirits (in the gardens, such a function was performed by "natural screens" – "green screens", when one natural picture covered the other and it was impossible to view the entire garden at the same time. Chinese garden became the personification of the harmony of the world, therefore each landscape picture was carefully thought out. It was believed that

gazebos – small pavilions in the garden became a place where a person encountered the laws of perfect harmony of nature.

An analysis of the relationship between traditional Chinese architecture and art and traditional philosophical and religious teachings proves that architecture and art were subject to the principles of feng shui and local "religious syncretism".

Keywords: China; philosophical and religious teachings; foundation; Taoism; Confucianism; Buddhism; Dunhuang temple complex.

REFERENCES

1. Benli L., Wanyue P., Haidong L., Jianjun Q. (2020). Increase of moisture content in Mogao Grottoes from artificial sources based on numerical simulations. *Journal of Cultural Heritage, 45*, 135-141. DOI: 10.1016/j.culher.2020.05.004 {In English}

2. Chen Y. (2008). Taoism in the People's Republic of China, [in:] The Encyclopedia of Taoism, ed. F. Pregadio, London – New York, 174-175. {In English}

3. Chinese pavilions. (2019). Text and photo's by Qin Li. Beijing, China Architecture and Building Press. {In English}

4. Ivashko Y., Kuśnierz-Krupa D., Chang P. (2020). History of origin and development, compositional and morphological features of park pavilions in Ancient China. *Landscape architecture and Art. 15* (15), 78-85. DOI: 10.22616/j.landarchart.2019.15.08 {In English}

5. Ivashko Y., Kuzmenko T., Li S., Chang P. (2020). The influence of the natural environment on the transformation of architectural style. *Landscape architecture and Art. 15* (15), 101-108. {In English}

6. Orlenko M., Ivashko Y. (2019). The concept of art and works of art in the theory of art and in the restoration industry. *Art Inquiry. Recherches sur les arts*, *XXI,* 171-190. DOI:10.26485/AI/2022/24/16 {In English}

7. Orlenko M., Ivashko Y., Dyomin M., Dmytrenko A., Chang P. (2020). Rational and aestetic principles of form-making in traditional Chinese architecture as the basis of restoration activities. *International Journal of Conservation Science*, *11* (2), 499-512. {In English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.129-143
УДК 69.059.7:725.4
доцент **Яновицький Є.Л.,**
ianovytskyi.iel@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-6623-6102,
Київський Національний університет будівництва і архітектури

ОНОВЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ОРЕНДНОГО ЖИТЛА

Розглядаються пропозиції щодо внесення конкретних змін в нормативні документи, які необхідні на сучасному етапі.

Ринок орендного житла для тимчасового проживання, - шлях розв'язання проблеми забезпечення громадян житлом. Тим більше на даному етапі, ця проблема актуалізується в зв'язку з війною, руйнуваннями та переміщенням великої кількості громадян. Аналіз сучасної нормативної бази показав, що наразі є невідповідність нормативних вимог та обмежень до реальних потреб життя. Розглянуті такі нормативні обмеження в проєктуванні та експлуатації орендного житла: час інсоляції житлових приміщень; рівень щільності забудови; можливість інтеграції громадської інфраструктури та створення багатофункціональних комплексів.

На даний час прийнято в першому читанні Закон України «Про орендне житло». В цілому даний Закон ще не прийнятий. Згідно з проєктом Закону, орендне житло може розміщуватись як в окремих будівлях так і в складі багатофункціональних комплексів. Але треба також винести на обговорення громадськості та спеціалістів норму, яка закладена в даний проєкт Закону «Про орендне житло», про те що житлові приміщення або орендні квартири не можуть бути придбані мешканцями у свою власність. Хоча для розвитку даного типу житла було би розумно надати можливість орендарю з часом викупити житло, тобто дозволити проводити з даними квартирами процеси оперативного лізингу – оренда житла з викупом. Саме така можливість і могла стати поштовхом для виокремлення нормативних вимог для розширення типологічного ряду житла для тимчасового проживання.

Існуюча нормативна база України не визначає «Орендне житло», як окрему типологічну одиницю.

В той самий час, функціональна класифікація житла для тимчасового проживання відносить такі приміщення, як житлові апартаменти, апарт-готелі, готельні апартаменти та інші, - до будинків громадського призначення.

До класу житлових будинків, згідно норм, віднесений тільки такий вид індивідуального розміщення, як гуртожитки, з визначенням для такого типу окремих нормативних обмежень та вимог.

Отже, задачею на даний час є внесення до нормативної бази України саме такого виду будівель, як орендні житлові будинки.

Ключові слова: архітектурно-планувальні рішення; житло для тимчасового проживання; апартаменти; готельні апартаменти; апарт-готель; орендне житло; готель; приміщення для тимчасового розміщення; готельні номери, інсоляція; щільність забудови; багатофункціональний комплекс, протипожежна безпека.

Постановка проблеми. Проблема житлової забезпеченості населення на даний час є дуже виразною, та має велике суспільне значення. В результаті війни зруйноване житло в величезній кількості в багатьох регіонах України. Виникла нагальна необхідність розселення тимчасово переміщених осіб. Одним з варіантів рішення проблеми забезпеченості житлом, є розширення типологічного ряду житла для тимчасового проживання. Введення до нормативної бази вимог до проєктування орендного житла.

Аналіз досліджень і публікацій. Обговорення теми нових типів житла та розширення типологічного ряду наразі проходить в науковій літературі.

Так в дослідженнях Короля В. П. «Архітектурне проєктування житла» [6], [24] розкриті питання щодо архітектурно-планувальної структури та класифікації житла. Та визначений типологічний ряд житла тимчасового для проживання. Цікаво, що тут до такого типу житла справедливо віднесені готелі та різноманітні види колективного та індивідуального розміщення.

Монографія і докторська дисертація Гнеся І. П. «Формування архітектурно-типологічної структури сучасного міського житла в Україні», [1], [20].

В дослідженнях Гнеся І. П., «Багатоквартирне житло. Тенденції еволюції» [2] та Куцевича В. В. «Соціально-типологічні аспекти проєктування житла соціального призначення» [3] проєктування та будівництва житла представлено як метод вирішення соціальних задач в суспільстві. Визначено, що соціально-економічні фактори, - основа типологічної класифікації в житловому будівництву.

В роботі Бридні Л. Ю. «Містобудівні аспекти реконструкції готелів, побудованих за типовими проєктами у 60-80-х рр. XX ст. » [4] розглядаються основні містобудівні аспекти реконструкції готелів, побудованих за типовими проєктами на території України. Виділені характерні особливості функціональної та просторової організації готелів при реконструкції в

залежності від їх розташування у системі адміністративного та туристичного районування України, а також транспортно-магістральної наближеності. Містобудівні фактори необхідно визначити в процесі розширення типологічного ряду. Визначення містобудівних обмежень для проєктування орендного житла необхідне для внесення сучасного дещо хаотичного способу сучасного будівництва житла з «апартаментами» в нормативні рамки, які можуть забезпечити умови сталого розвитку для населених пунктів в Україні.

Архітектурне проєктування та реконструкція готельних комплексів з апартаментами різного типу висвітлено в роботах Брідні Л. Ю. «Конструктивні особливості реконструкції готелів, побудованих за типовими проєктами [7], «Особливості формування архітектури українських готелів радянського періоду будівництва (1917-1990 рр.)» [8], «Апартамент-готелі. Питання класифікації та термінології» [9].

Архітектурно-планувальні рішення щодо мінімальних параметрів готельних приміщень для тимчасового розміщення описані в роботі Барановського М. Й. «Туристичні бази» [11].

Питання особливості проєктування комплексів соціального житла розглянуті в роботі Бачинської Л. Г та Доросевича Т. В. «Особливості формування комплексів соціального житла в Україні (завдання та пропозиції)» [23]. Надані рекомендації щодо містобудівних аспектів формування комплексу, структури споруд, квартири та використання конструктивної системи.

Актуальність дослідження. Актуальність теми пошуку рішень для регулювання процесу оренди житла підкреслюється змінами в законодавстві України, які нещодавно відбулися. Так до Закону України «Про свободу пересування та вільний вибір місця проживання в Україні» [27] внесені зміни (№ 2518-IX від 15.08.2022), щодо визначення терміну «місце проживання». «*Місце проживання* — житло з присвоєною у встановленому законом порядку адресою, в якому особа проживає, а також *апартаменти* (крім апартаментів у готелях), кімнати та інші придатні для проживання об'єкти нерухомого майна, заклад для бездомних осіб, інший надавач соціальних послуг з проживанням, стаціонарна соціально-медична установа та інші заклади соціальної підтримки (догляду), в яких особа отримує соціальні послуги». [27].

При цьому в статті Брикайло Ю. І. «Реєстрація місця проживання в апартаментах та кімнатах» [26] звертається увага на те що: «…за останні роки багато будувалося саме *апартаментів,* (які часто при цьому називали житлом / квартирами), але в яких не було можливості зареєструвати *місце проживання*. Таким чином, тепер власники апартаментів, з одного боку, отримають можливість реєстрації, а з іншого — стане вигідніше будувати саме апартаменти, на які не розповсюджуються вимоги ДБН як для житла / квартир

(як правило, апартаменти мають меншу площу (в т. ч.; площу окремих приміщень: кухні, спальні тощо))» [26]. Крім того «апартаменти можна будувати на землях, де житло звести неможливо, апартаментами можна забудовати більшу площу ділянки, ніж житлом; можна не будувати дитячі та спортивні майданчики, не перейматися наявністю дитячих садків та шкіл» [26].

Така наразі реальна практика в житловому будівництві в умовах ущільненої забудови міст в Україні. І актуальне завдання, яке виникає перед спеціалістами в сфері містобудування та архітектури, винести процес будівництва будинків з «апартаментами», (а точніше, - з квартирами, які здаються в оренду) з напівлегального стану до розумного врахування необхідних для житлового будівництва містобудівних та архітектурно-планувальних, санітарно-епідеміологічних вимог та факторів безпеки життєдіяльності людини.

Основні діючі нормативні документи в Україні, щодо проєктування житла:

ДБН В.2.2-15:2019 ЖИТЛОВІ БУДИНКИ. Основні положення. Зі Зміною № 1 [12];

ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди. Зі Зміною № 1 [14];

ДБН В.2.2 20:2008 Будинки і споруди Готелі. Зі змінами. [17];

ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [18].

Метою публікації є:

- визначення, що оновлення нормативної документації для житлового будівництва, - рішення проблеми із забезпеченістю житлом для складних умов, які склалися в результаті війни;
- опис нормативних та типологічних особливостей житла орендного типу.

Методи дослідження. Для рішення задачі даного дослідження використовується *порівняльно-аналітичний, графоаналітичний, метод натурних досліджень, метод експериментального проєктування.* Завдяки спостереженню, проведенню аналізу і синтезу є можливість визначити шляхи рішення та поставити задачу. Але при формулюванні конкретних пропозицій та ідей дуже важливим є *використання набутої досвідченості* автора дослідження з використанням *професійної інтуїції.* На етапі пошуку факторів може використовуватися метод *експертної оцінки* – збір оцінок, пропозицій спеціалістів, їх аналіз, та формування результату.

Виклад основного матеріалу. Згідно з існуючими нормативами приміщення, які передаються в оренду для тимчасового проживання відносяться до приміщень громадських будівель.

По Державному класифікатору будівель та споруд ДК 018-2000: *будівля для розміщення в ній приміщень для «тимчасового проживання» - є «нежитловою» будівлею невиробничого призначення*. Проєктування таких будівель ведеться згідно вимог ДБН В.2.2-9:2018 «Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди. Основні положення» [14]. Хоча в той же час, згідно з діючими ДБН В.2.2-15:2019 «ЖИТЛОВІ БУДИНКИ. Основні положення» [12], існує такий вид житла для тимчасового проживання, як гуртожитки. Для проєктування гуртожитків існують окремі архітектурні вимоги, які описані саме в нормах по житловим будинкам. Сам термін «житловий осередок гуртожитку», визначений в п. 3.13 ДБН В.2.2-15:2019, як: *група житлових кімнат, об'єднаних підсобними приміщеннями загального користування.*

Є дуже багато типологічних рис, які об’єднують гуртожитки та приміщення призначені для тимчасового проживання, які здаються в оренду. Згідно п. 5.31 ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові кімнати гуртожитків проєктують із розрахунку заселення не більше трьох осіб при площі не менше ніж 8-10 м2 на кожного мешканця. Кімнати слід обладнувати вбудованими шафами площею не менше ніж 0,6 м2 на кожного мешканця» [12]. Але також передбачена і можливість заселення житлових кімнат гуртожитків одинаками, або сім’ями. Так по п. 5.30 ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові осередки для сімейної молоді можуть бути передбачені у складі гуртожитків, місткість яких розраховуються згідно із завданням на проєктування» [12]. Нормативний час інсоляції житлових приміщень визначений в п. 10.2 ДБН В.2.2-15:2019 «Тривалість інсоляції, відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12, повинна бути забезпечена: «…у гуртожитках рекомендується передбачати інсоляцію 60 % житлових кімнат». Тобто норми дозволять *не інсолювати* 40% кімнат в гуртожиках. При цьому характерно, що ці вимоги мають рекомендаційний характер.

Однак, час інсоляції не нормується при проєктуванні таких приміщень, як готельні номери, готельні апартаменти, та інші приміщення для тимчасового розміщення по розділу 8 ДБН В.2.2-20:2008 [17]. В даному випадку прослідковується невідповідність санітарно-епідеміологічних вимог щодо часу інсоляції, для приміщень гуртожитків, як житлових будинків та для готельних апартаментів, як для громадських будинків. Але саме визначення часу інсоляції має дуже високе значення при вирішенні містобудівних, та архітектурно-планувальних задач.

Зрозуміло, що основним критерієм, що відрізняє квартири в житлових будинках від приміщень гуртожитків та готельних апартаментів (приміщень, які надаються в оренду), є насамперед тимчасовий характер проживання мешканців в орендному житлі. Жоден з існуючих нормативних документів в

Україні не визначає конкретний час «тимчасового» проживання. Що вважається тимчасовим проживання, а що постійним? Дні, тижні, місяці, роки? Нажаль точної характеристики нормативні документи не надають. Але все ж таки є одна цікава деталь. В 2009 році вступив в силу Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 396 від 16.12.2009 «Про затвердження Положення про порядок передачі квартир (будинків), жилих приміщень у гуртожитках у власність громадян» [25].

П. 4 даних Положень зазначає: «Передача займаних квартир (будинків), *жилих приміщень у гуртожитках*, кімнат у комунальних квартирах здійснюється в приватну (спільну сумісну, спільну часткову) власність за письмовою згодою всіх повнолітніх членів сім'ї, які *постійно мешкають* у цих квартирах (будинках), *жилих приміщеннях у гуртожитку*, кімнатах у комунальній квартирі, у тому числі тимчасово відсутніх, за якими зберігається право на житло, з обов'язковим визначенням уповноваженого власника».

Та п. 14 цих Положень [25] зазначає: «Громадяни, які проживають у гуртожитках, що перебувають у власності підприємств, установ, організацій, утворених у процесі корпоратизації чи приватизації, набувають право на приватизацію займаних жилих приміщень після передачі таких гуртожитків у комунальну власність та за умови, що вони фактично проживають у таких гуртожитках на правових підставах і **тривалий час (не менше п'яти років)».**

Отже, можемо зробити висновок, що таким чином Держава визначила поняття *тривалого часу проживання* в 5 років. Дане положення є чинним на даний час згідно зі змінами, внесеними Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства № 114 від 10.05.2018.

Виходячи з аналізу даних нормативних вимог, щодо житлових приміщень гуртожитків, можна зробити висновок, що такі вимоги, щодо інсоляції житлових приміщень було би розумно перенести також на будинки із житловими апартаментами, які здаються в оренду, тобто на *орендне житло*. І таким чином, розширити типологічний ряд житла для тимчасового проживання саме орендними будинками. Було би доречним дозволити проєктувати орієнтовно 40% житлових приміщень (квартир) орендних будинків без необхідності в забезпеченості інсоляції, а 60% таких орендних квартир, - інсолювати згідно вимог в часі інсоляції по п. 10.2 ДБН В.2.2-15:2019 [12].

Крім того, визначення 5-ти річного терміну, як *тривалого часу проживання,* дає можливість надати право на придбання у власність житлових орендних квартир мешканцями. Тобто дозволити проводити з даними квартирами *процеси оперативного лізингу* – оренду житла з викупом.

Містобудівні фактори для формування архітектурно-планувальних рішень мають значні відмінності між житловими будинками, готелями, та іншими подібними будівлями для тимчасового розміщення. Так згідно ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [16] при будівництві житлового будинку *необхідно дотримуватися норми із забезпечення максимальної щільності забудови* – не більше 450 осіб/Га, а *для громадської забудови* (в тому числі, *для готелів та будівель з апартаментами) така вимога взагалі відсутня*. *Для громадської забудови* є необхідність виконувати *вимоги щодо нормативних відстаней та протипожежної безпеки*.

Великі відмінності простежуються *у підрахунку кількості необхідних машино-місць в паркінгу*. Так, згідно вимог ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій» [16] *для житлового будинку* необхідно забезпечити *близько 1 м/м на квартиру*, а *для готелів – не більше 1 м/м на 25% номерів*.

Крім того, виходячи з того, що *будівля з апартаментами – громадський будинок*, – його *необхідно будувати на землях, які призначені для громадської забудови,* або на землях для житлової забудови з громадською інфраструктурою чи комунально-складського призначення, як службове житло тимчасового розміщення. А *житлові будинки* – на землях (за функціональним призначенням) *для житлової забудови*.

Виходячи з того, що допускається оперативний викуп у власність (лізінг) орендних житлових приміщень через 5 років проживання, а також з того, що існує правило по визначенню норми інсоляції приміщень для гуртожитків, можна зробити припущення, що кількість викуплених орендних квартир буде складати не більше ніж 40%. А 60% орендних квартир в орендному будинку може перейти у постійну власність мешканцям. Це припущення вимагає безумовно статистичного підтвердження щодо соціальної структури населення в конкретному населеному пункті. Але, якщо прийняти цю пропорцію за правило, то можна було би визначити, максимальну щільність забудови для орендних будинків, як 450 люд/га + 40% = 630 люд/га. А при статистичному аналізі в конкретних населених пунктах та житлових осередках виходити на 450 люд/га + 50% = 675 люд/га.

З одного боку таке збільшення показника максимальної щільності забудови для житла орендного типу зробить житлові осередки більш компактними, але реальність поєднається з необхідністю в нормативному регулюванні, з точки зору фактичного житлового будівництва, та дасть можливість забудовникам вести бізнес без порушень та в рамках законодавства. Це надасть і проєктувальникам і забудовникам новий дієвий інструмент з вирішення нагальних проблем забезпеченості в житом, не порушуючи нормативи щодо санітарно-епідеміологічних вимог.

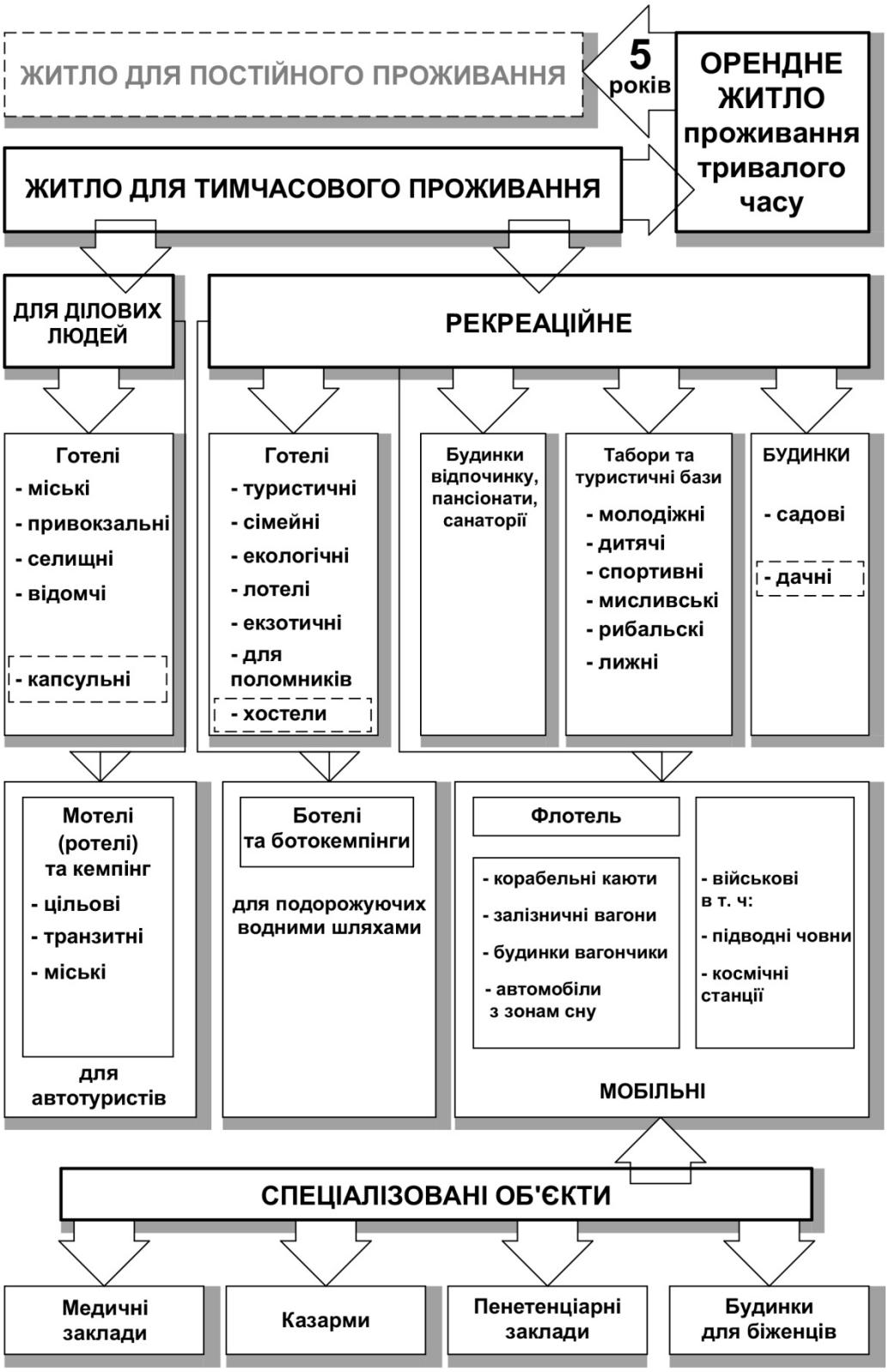


Рис. 1. Схема типології житла для тимчасового проживання та спеціалізованих об’єктів з житлом орендного типу. [За Королем В.П. [24]].

Адже на даний час, в житловому будівництві спостерігається процес маніпулювання нормативами, щодо віднесення житлових приміщень, що здаються в оренду (апартаментів) до класу громадських будівель, на які взагалі

не розповсюджуються норми, щодо щільності забудови та інсоляції житлових приміщень. При чому, мешканці, які придбають такі квартири (апартаменти) у власність, можуть це зробити, як придбання нежитлових приміщень, хоча і з можливістю зареєструвати в них своє місце проживання. Виникає юридична плутанина. Зрозуміло, що фактично в реальності використовуватимуть ці апартаменти для наступного постійного проживання. Такі житлові будинки («з апартаментами») таким чином не забезпечені необхідною кількістю відкритих площадок та автостоянок. Адже нормативи не вимагають забезпечити гостьовими автостоянками готельні апартаменти. Так згідно з таблицею 1 п. 5.7 ДБН В.2.2 20:2008 [17] кількість місць на автостоянках дорівнює від 20% до 25% від кількості номерів.

Таким чином основним завданням є віднесення орендного житла до будинків житлового призначення. Але нормування такого виду приміщень та будинків необхідно відокремити від вимог до житла постійного проживання, створивши для них окреме нормативне регулювання, через окремі Державні будівельні норми або внесення змін до діючих.

Висновки.

Проблема забезпеченості житлом є однією з актуальніших та соціально-значущих. Велика кількість зруйнованого житла та необхідність розселення тимчасово переміщених осіб, - наслідки війни. Впровадження ринку орендного житла надасть можливість вирішити дану проблему. Але для цього необхідно визначити саме поняття *орендного житла* та *розробити нормативні документи*, що регулюють проєктування та будівництво такого виду житла. Такий тип *поєднує риси громадських та житлових будівель*. Таким чином, є необхідність у визначенні типологічних відмінностей та внесення змін до існуючої нормативної бази, - до містобудівних та архітектурно-планувальних вимог, враховуючи санітарно-епідеміологічні, соціальні фактори та вимоги безпеки життєдіяльності людини. По суті введення до типологічного ряду типу «*орендного будинку*», це повернення до добре відомого в історичній забудові міст України з кінця XIX – поч. XX ст. поняття «доходного будинку».

Список джерел

1. Гнесь І.П. Формування архітектурно-типологічної структури сучасного міського житла в Україні. Дисертація д-ра архітектури: 18.00.02. Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2014. 400 с.

2. Гнесь, І.П. Багатоквартирне житло. Тенденції еволюції. Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2013. С. 140 – 172.

3. Куцевич, В.В. Соціально-типологічні аспекти проєктування житла соціального призначення. Перспективні напрямки проєктування житлових та

громадських будівель. Спеціальний випуск: *Організація комфортного середовища життєдіяльності міських поселень*. Збірник наук. праць КиївЗНДІЕП. Київ, 2008. С. 22 – 27.

4. Брідня Л.Ю. Містобудівні аспекти реконструкції готелів, побудованих за типовими проєктами у 60-80-х рр. XX ст. *Містобудування та територіальне планування: науково-технічний збірник.* 49. Київ. КНУБА, 2013. С. 82-89.

5. Бачинська Л.Г. Архітектура житла. Проблеми теорії та практики структуроутворення. Київ. Грамота, 2004. 408 с.

6. Король В.П. Архітектурне проєктування житла: Навчальний посібник. Київ: Фенікс, 2006. С. 208.

7. Брідня Л.Ю. Конструктивні особливості реконструкції готелів, побудованих за типовими проєктами. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування: науково-технічний збірник*. Київ. КНУБА, 2013. 33. С 354-361.

URL: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7fefda3e-9318-45fc-a7b9-d198d9e020d2/content

8. Брідня Л.Ю. Особливості формування архітектури українських готелів радянського періоду будівництва (1917-1990 рр.). *Сучасні проблеми архітектури та містобудування: науково-технічний збірник*. Київ. КНУБА, 2012. 31. С. 319-325. URL: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/1622

9. Брідня Л.Ю. Апартамент-готелі. Питання класифікації та термінології. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування: науково-технічний збірник*. Київ. КНУБА, 2007. 18. С. 210-216.

10. Яновицький Є.Л., Селиванов О.І. Архітектурні рішення та прийоми при реконструкції громадських будівель в Україні на прикладі готелю «Юність» в Одесі. *Сучасні проблеми Архітектури та містобудування, науково-технічний збірник*. Київ. КНУБА, 2022. 64, С. 309–333.
URL: https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.64.309-333.

11. Барановський М.Й. Туристичні бази. Київ. Будівельник. 1973. С. 76.

12. ДБН В.2.2-15:2019 ЖИТЛОВІ БУДИНКИ. Основні положення. Зі Зміною № 1. 47 с. URL:
https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199650971919583106?doc_type=2

13. ДСТУ 4527:2006 Послуги туристичні. Засоби розміщення. Терміни та визначення. Чинний від 1.10.2006. 10 с.

14. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки і споруди.
Зі Зміною № 1. 43 с.
URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199648113669179181?doc_type=2

15. ДСТУ 4268:2003. «ПОСЛУГИ ТУРИСТИЧНІ ЗАСОБИ РОЗМІЩУВАННЯ. Загальні вимоги». 9 с.

16. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. 177 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074154596122232048?doc_type=2

17. ДБН В.2.2 20:2008 Будинки і споруди. Готелі. Зі змінами. 38 с.

18. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. 64 с.

19. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. 41 с.
URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3080743763845318619?doc_type=2

20. Гнесь І.П. Проблеми формування фонду орендного житла в Україні. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. Київ. КНУБА. 2010. 24. С. 287-299. URL: http://nbuv. gov. ua/ UJRN/Spam_2010_24_43.

21. ЖИТЛОВИЙ КОДЕКС УКРАЇНИ. Відомості Верховної Ради (ВВР), 1983, Додаток до № 28, 573 с.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5464-10#Text

22. КОНСТИТУЦІЯ УКРАЇНИ. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 1996, 30, 141 с.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text

23. Бачинська Л.Г., Доросевич Т.В. Особливості формування комплексів соціального житла в Україні (завдання та пропозиції). *Містобудування та територіальне планування*: *науково-технічний збірник.* Київ. КНУБА, 2009. 34. С. 49 - 66.
URL: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e84ca9af-53d3-45c2-8839-96d5bd0cc903/content

24. Король В.П. Архітектурне проєктування житла: Навчальний посібник. Київ: Саміт-книга, 2023. С. 314.

25. Наказ Мінжитлокомунгосп від 16.12.2009 № 396 Про затвердження Положення про порядок передачі квартир (будинків), жилих приміщень у гуртожитках у власність громадян. Офіційний вісник України від 15.02.2010. 2010 р., 8, с. 205, стаття 403.

26. Брикайло Ю.І.. Реєстрація місця проживання в апартаментах та кімнатах. DREAMDIM 2022. https://dreamdim.ua/uk/reyestratsiya-mistsya-prozhyvannya-v-apartamentah/

27. Закон України «Про свободу пересування та вільний вибір місця проживання в Україні». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2004, 15, С. 232. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1382-15#Text

Docent **Yanovitskiy Evgeniy**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

UPDATE OF REGULATORY DOCUMENTATION FOR RENTAL HOUSING DESIGN

The article considers proposals for making specific changes to regulatory documents that are necessary at the current stage.

The rental housing market for temporary residence is a way to solve the problem of providing citizens with housing. Moreover, at this stage, this problem is actualized in connection with the war, destruction and displacement of a large number of citizens. Analysis of the current regulatory framework has shown that there is currently a discrepancy between regulatory requirements and restrictions to the real needs of life. The following regulatory restrictions in the design and operation of rental housing are considered: time of insolation of residential premises; level of building density; the possibility of integrating public infrastructure and creating multifunctional complexes.

Currently, the Law of Ukraine "On Rental Housing" has been adopted in the first reading. In general, this Law has not yet been adopted. According to the draft Law, rental housing can be located both in separate buildings and in multi-functional complexes. But it is also necessary to bring to public discussion the norm, which is laid down in this draft of the Law "On Rental Housing", that residential premises or rental apartments cannot be purchased by residents as their own property. Although, for the development of this type of housing, it would be reasonable to provide the tenant with the opportunity to buy the housing over time, that is, to allow the processes of operational leasing with these apartments - renting housing with purchase. It was this opportunity that could become the impetus for highlighting regulatory requirements for expanding the typological range of housing for temporary residence.

The existing regulatory framework of Ukraine does not define "Rental housing" as a separate typological unit.

At the same time, the functional purpose of housing for temporary residence includes such premises as residential apartments, apart-hotels, hotel apartments and others - public buildings.

The class of residential buildings, according to the norms, includes only such type of individual accommodation as dormitories, with the definition of separate regulatory restrictions and requirements for this type.

So, the task at the moment is to include in the regulatory framework of Ukraine exactly this type of buildings, such as rental residential buildings.

Keywords: architectural and planning decisions; housing for temporary residence; apartments; hotel apartments; apart-hotel; rental housing; hotel; premises for temporary accommodation; hotel rooms, insolation; building density; multifunctional complex, fire safety.

REFERENCES

1. Gnes I.P. Formuvannia arkhitekturno-typolohichnoi struktury suchasnoho miskoho zhytla v Ukraini [Formation of the architectural and typological structure of modern urban housing in Ukraine. Dissertation of Doctor of Architecture: 18.00.02.] Lviv Polytechnic National University. 2014. 400 p. {in Ukrainian}.

2. Gnes I.P. Bagatokvartirne zhitlo. Tendentsiyi evolyutsiyi [Multifamily housing. Trends evolution]. LvIv, 2013, pp. 140 – 172. {in Ukrainian}.

3. Kytsevich V.V. Sotsialno-tipologIchni aspekti proektuvannya zhitla sotsIalnogo priznachennya [Social and typological aspects of design the social residential houses]. Kyiv, 2008, pp. 22 – 27. {in Ukrainian}.

4. Bridnya L.Yu. Mistobudivni aspekty rekonstrukciyi goteliv, pobudovanyh za typovymy` proektamy u 60-80-h rr. XX st. [Urban planning aspects of the reconstruction of hotels built by typical projects in the 60s and 80s of the 20th century]. *Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja: naukovo-texničnyj zbirnyk.* 49. Kyiv. KNUBA, 2013. p. 82-89. {in Ukrainian}.

5. Bachynska L.G. Arkhitektura zhytla. Problemy teorii ta praktyky strukturoutvorennia [Housing architecture. Problems of the theory and practice of structure formation]. Kyiv: Gramota, 2004. 408 p. {in Ukrainian}

6. Korol V.P. Arkhitekturne proektuvannia zhytla: Navchalnyi posibnyk [Architectural design of housing: Study guide]. Kyiv. Phoenix, 2006. p. 208. {in Ukrainian}.

7. Bridnya L.Yu. Konstruktyvni osoblyvosti rekonstrukciyi goteliv, pobudovanyh za typovymy proektamy [Structural features of the reconstruction of hotels built according to typical projects]. *Suchasni problemy arxitektury ta mistobuduvannya: nauk.-texnichnyj zb*. Kyiv. KNUBA, 2013. 33. pp. 354-361. {in Ukrainian}.
URL: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/7fefda3e-9318-45fc-a7b9-d198d9e020d2/content

8. Bridnya L.Yu. Osoblyvosti formuvannya arxitektury ukrayins`kyh goteliv radyans`kogo periodu budivnycztva (1917-1990 rr.) [Peculiarities of the formation of the architecture of Ukrainian hotels during the Soviet construction period (1917-1990)]. *Suchasni problemy arhitektury ta mistobuduvannya: naukovo-tehnichnyj zbirnyk*. Kyiv. KNUBA, 2012. 31. pp. 319-325. {in Ukrainian}.
URL: https://repositary.knuba.edu.ua/handle/987654321/1622

9. Bridnya L.Yu. Apartament-goteli. Pytannya klasyfikaciyi ta terminologiyi [Apartment-hotels. Issues of classification and terminology]. *Suchasni problemy arhitektury ta mistobuduvannya: naukovo-tehnichnyj zb*. Kyiv. KNUBA, 2007. 18. pp. 210-216. {in Ukrainian}.

10. Yanovyczkyj Ye.L. Orendne zhytlo v Ukrayini. Pryncypy arhitekturno-planuval`noyi organizaciyi [Rental housing in Ukraine. Principles of architectural and planning organization]. *Suchasni problemy arhitektury ta mistobuduvannya: Naukovo-texnichnyj zbirnyk.* 48. Kyiv. KNUBA, 2017. pp. 503-522. http://library.knuba.edu.ua/node/85. {in Ukrainian}.

11. Baranovskyi M.Y.. Turystyčni bazy. Kyjiv. [Tourist bases. Kyiv]. Budivel′nyk. 1973. p. 76. {in Ukrainian}.

12. DBN V.2.2-15:2019 Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennia [RESIDENTIAL BUILDINGS. Substantive provisions]. 47 p. {in Ukrainian}.

URL:https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199650971919583106?doc_type=2

13. DSTU 4527:2006 Posluhy turystychni. Zasoby rozmishchennia. Terminy ta vyznachennia [Tourist services. Means of accommodation. Terms and definitions]. Effective from 1.10.2006. 10 p. {in Ukrainian}.

14. DBN V.2.2-9:2018 Budynky i sporudy. Hromadski budynky i sporudy. ["Buildings and structures. Public buildings and structures]. 43 p. {in Ukrainian}. URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3199648113669179181?doc_type=2

15. DSTU 4268:2003. «Posluhy turystychni zasoby rozmishchuvannia. Zahalni vymohy». ["SERVICES TOURIST ACCOMMODATION. General requirements"]. 9 p. {in Ukrainian}.

16. DBN B.2.2-12:2019 Planuvannia ta zabudova terytorii. [Planning and development of territories]. 177 p. {in Ukrainian}. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074154596122232048?doc_type=2

17. DBN V.2.2 20:2008 Budynky i sporudy Hoteli. [Buildings and buildings Hotels]. 38 p. {in Ukrainian}.

18. DBN V.2.2-40:2018 Inkliuzyvnist budivel i sporud. Osnovni polozhennia. [Inclusiveness of buildings and structures. Substantive provisions]. 64 p. {in Ukrainian}.

19. DBN V.1.1-7:2016 Pozhezhna bezpeka obiektiv budivnytstva. Zahalni vymohy. [Fire safety of construction objects. General requirements]. 41 p. {in Ukrainian}.

URL: https://econstruction.gov.ua/laws_detail/3080743763845318619?doc_type=2

20. Gnes, I.P. Problemy formuvannia fondu orendnoho zhytla v Ukraini [Problems of the formation of the rental housing fund in Ukraine]. *Suchasni problemy*

arhitektury ta mistobuduvannya zb. Kyiv. KNUBA, 2010. 24. pp. 287-299. URL: http://nbuv. gov. ua/UJRN/ Spam_2010_24_43. {in Ukrainian}.

21. ZHYTLOVYI KODEKS UKRAINY. Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), [HOUSING CODE OF UKRAINE. Vedomosti Verkhovna Rada (VVR)]. 1983, Dodatok do № 28, 573 p. {in Ukrainian}. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5464-10#Text

22. KONSTYTUTSIIA UKRAINY. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* (VVR), [Constitution of Ukraine. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR)]. 1996, 30, 141 p.). {in Ukrainian}. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text

23. Bachynska L.H., Dorosevych T.V. Osoblyvosti formuvannia kompleksiv sotsialnoho zhytla v Ukraini (zavdannia ta propozytsii). *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: naukovo-tekhnichnyi zbirnyk.* [Features of the formation of social housing complexes in Ukraine (tasks and proposals)]. Kyiv. KNUBA, 2009. 34. pp. 49 - 66. {in Ukrainian}.

URL: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e84ca9af-53d3-45c2-8839-96d5bd0cc903/content

24. Korol V.P. Arkhitekturne proektuvannia zhytla: Navchalnyi posibnyk [Architectural design of housing: Study guide]. Kyiv. Samit-knyha, 2023. p. 314. {in Ukrainian}.

25. Nakaz Minzhytlokomunhosp vid 16.12.2009 # 396 Pro zatverdzhennia Polozhennia pro poriadok peredachi kvartyr (budynkiv), zhylykh prymishchen u hurtozhytkakh u vlasnist hromadian. [Order No. 396 of the Ministry of Housing and Communes dated 16.12.2009 on the approval of the Regulation on the procedure for transferring apartments (houses), residential premises in dormitories to the ownership of citizens]. Ofitsiinyi visnyk Ukrainy vid 15.02.2010. 2010 r., 8, p. 205, stattia 403. {in Ukrainian}.

26. Brykailo Yu.I. Reiestratsiia mistsia prozhyvannia v apartamentakh ta kimnatakh. [Registration of residence in apartments and rooms]. DREAMDIM. 2022. {in Ukrainian}.
https://dreamdim.ua/uk/reyestratsiya-mistsya-prozhyvannya-v-apartamentah/

27. Zakon Ukrainy «Pro svobodu peresuvannia ta vilnyi vybir mistsia prozhyvannia v Ukraini». [Law of Ukraine "On Freedom of Movement and Free Choice of Residence in Ukraine"]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 2004, 15, S. 232. {in Ukrainian}. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1382-15#Text

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.144-154
УДК 711.1
доктор архітектури, професор **Яценко В.О.**, viktoryathenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-6054-729X,
Короткова Т.М., kotasya@ukr.net, ORCID: 0000-0002-8375-569X,
Пантюхов О.М., olegpantuhov05@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8691-7420,
Коротков Є.М., korotkovgenij@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0253-8296,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПІДГОТОВКА АРХІТЕКТОРІВ НА КАФЕДРІ ЛАНДШАФТНОЇ ТА ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНОЇ АРХІТЕКТУРИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО СТАНУ

«…принциповою авторською позицією є ставлення до якості міського середовища як до критерію оцінки архітектурних достоїнств окремих її елементів.»[10]

В даній статті, як і в двох попередніх за 2021 та 2022 р.р., висвітлено тематику бакалаврських та магістерських дипломних робіт виконаних на кафедрі Ландшафтної та туристично-рекреаційної архітектури. Вибір тематики дипломних проєктів пов'язаний з надскладним періодом в країні та направлений на пошук відповіді здебільшого на соціальні питання. Стан суспільства в період війни та яким воно буде після перемоги, як зміниться демографічний склад населення, що найбільш потрібно буде зробити в першу чергу, як молоді спеціалісти усвідомлюють складність професійних завдань в майбутньому. Суспільство, яке буде розділено на багато видів за вимогами до простору, в якому буде жити, працювати, відпочивати тощо. І це головне завдання нам здається успішно виконано, тому що у всіх проєктах головним була людина вільної незалежної України незалежно від віку, статусу, освіти, професії. Людина, яка є маленькою частинкою суспільства, де вона живе, відпочиває, працює, поважає історію, цінує природу, любить інших, піклується за інших та цінить все те що вона успадкувала.

Ключові слова: дипломний проєкт; кафедра; соціологізація; реабілітація; відновлення; екологічний туризм; рекреаційні об'єкти.

Вступ. Нинішній навчальний рік видався як ніколи складним. Всім зрозуміла складність навчального процесу в умовах війни: переміщення студентів та викладачів не тільки внутрішнє а і по багатьох країнах; відсутність повноцінної системи спілкування в такій важливій галузі як містобудування та архітектура, імпульсивність занять через тривоги, відсутність освітлення

електроживлення; складний психологічний стан, а в деякій частині втрата впевненості; постійні сумні новини про втрати людей як військових так і звичайних мирних жителів; жорстокість до природи, архітектури, міст та багато іншого негативного контенту, який потрібно було усвідомлювати поряд з тим що головне це вчитися, щоб потім повернути все ще в більш сучасному вигляді.

Можливо, це гучно сказано, але студенти не підвели і доказали, що освітній фронт вони в цьому році витримали з гідністю. В основному розділі спробуємо охарактеризувати особливості роботи над деякими дипломними проєктами, які виконали студенти.

Вивченість матеріалу. Дивний, але необхідний розділ. В даному випадку мова не буде йти про те, хто більш правильно зумів висвітлити дану тематику і по одній дуже важливій причині: у всі часи війна приносила горе, але люди знову піднімались і відбудовували зруйноване. А хто більший внесок зробив? Мабуть, нікому і в голову не прийшло. Сьогодні ми всі вдячні архітекторам, які відбудували міста після Другої світової війни, всі з вдячністю пам'ятають авторів відновленого Хрещатика, будівництва великої кількості підприємств, відродження ідеї системності в архітектурній та містобудівній діяльності та багато іншого. [1, 2, 4, 10, 12]

Мета роботи. Зрозуміти й усвідомити бачення нинішньої складної ситуації в державі молодими майбутніми архітекторами, яким прийдеться все відновлювати, відбудовувати, створювати нову сучасність для повноцінного життя після перемоги.

Основний матеріал. Надскладним стало питання вибору теми майбутнього дипломного проєкту. Величезна кількість фейкових популістських ідей заради піару на горі, звичайно по різному сприймалося і сприймається сьогодні молодими архітекторами. Ідеї відновлення: побудувати мобільне житло, тимчасове житло, застосування модульних елементів, а що з інфраструктурою, а що з містами і селами, які практично стерті з лиця землі, як вирішувати їх долю? [18, 21] Як завжди знайшлось цілий ряд піарпроєктів з красивими комп'ютерними картинками (візуалізаціями), фільмами, які приємно дивитись та, на жаль, дуже складно реалізувати, а ще складніше зрозуміти. І як повірити в них, коли їдеш по населеному пункту, а на місці колишніх охайних дворів купи цегли і сміття, а на звичайних багаттях люди похилого віку варять чай, щоб хоч щось з'їсти. Як ви гадаєте де їм взяти сили, щоб все відновити, чи гадаєте їм щось дістанеться з тих красивих картинок, що всім показують? І знову, як багато раз в історії, суспільство ділиться на ряд категорій, які по різному сприймають ту ситуацію, в якій воно опинилося. А головне є початок, але невідомий кінець. Звичайно, потрібно вірити в перемогу, тому, мабуть, у

нас і працюють різні фронти: військовий, робочий, навчальний, науковий, які об'єднані однією ідеєю - ми були, є і будемо.

От і тематика дипломного проєктування базувалась на ідеї збереження людини та відновлення середовища її існування [5, 9, 13, 14, 15, 16, 19]. До речі, студенти в більшості були ініціаторами вибору тем та самостійно формувати концепцію майбутньої роботи. Важливо, що в основі її була ідея життєспроможності тієї пропозиції, яка формувалась в молодих архітекторів.

Переходячи до конкретизації робіт, хотілось виділити ряд важливих і нестандартних підходів, в яких попри “піартеми” проявилось своє бачення майбутнього на усвідомленій платформі сучасного [19, 17]. Однією з новаторських робіт стала робота пов'язана з соціалізацію суспільства, яке буде після війни. Це дипломний проєкт уже магістра архітектури Зозуляк Валерії Андріївни “Концептуальна пропозиція відновлення центральної частини селища Бородянка”. В проєкті за основу розглядалась реальна ситуація, що склалась в перші дні війни в селищі міського типу “Бородянка” [19, 5].

Ситуація надскладна - страх, зруйнована центральна частина, загиблі люди, відсутність їжі, світла, води, соціальної сфери і т. д [19]. Хороша новина - звільнення, але суспільство стало настільки різноманітне, що навіть важко уявити, зрозуміти, а що далі? Так потрібно відновлювати, а на який характер суспільства потрібно орієнтуватись: діти, які тепер поділяються на кілька категорій - сироти, пережили обстріли, втікачі від страшних ситуацій, втратили віру в майбутнє тощо [5]. І так всі вікові категорії, а ще добавилась особлива - люди, які пройшли бойові дії. Професійна розмова, звичайно, на дану тему була надскладною, і тут, як і має бути на допомогу прийшов молодий розум, потрібно якимось чином створити простір, соціалізації всіх категорій населення. Прийшла на допомогу історія народу України, як у важкі часи люди гуртувались для подолання біди. Згадались поняття “толока”, спільних свят, спільної пам’яті горя народу, а не окремої людини, бажання бачити суспільство і своє місце в ньому, відчуття людини поруч тощо.

Аналітичною частиною став аналіз історії формування населеного пункту, який пережив багато раз навалу різних ворогів за період з 1240 по 2022 роки [4].

Враховуючи майбутнє бачення об’єднаної територіальної громади населенням в економічному плані, як показало соціологічне опитування, населення попри всі складнощі бачить у формуванні моделі сільськогосподарсько-логістичного спрямування, або модель агропромислової громади [5]. Концептуальна модель відновлення центральної частини, враховуючи стан руйнації передбачає концентрацію соціальних, культурних,

адміністративних та інших суспільних елементів в тісному переплетенні з житловою забудовою.

Дипломниця визначила основні завдання, які потрібно закласти у вирішення концепції: [5]

- характер відновлення не є обов'язковим повторенням функціональних особливостей місця відновлення зруйнованих елементів;
- обов’язковий ревізійний перегляд якісних функціональних характеристик майбутньої центральної частини селища та порівняння з минулим;
- центральна частина має поєднувати в собі відновлену матеріальну, транспортну інфраструктуру, функціональну досконалість, соціальну зрозумілість всього того, що змусить по іншому подивитись на селище;
- центральна частина як і все селище має створювати відчуття історії, національної поваги та пам’яті;
- центральна частина і саме селище - це спільний простір де поділ різних вікових категорій, народностей знайдуть місце для порозуміння.

Як приклад запропонована модель лінійно вузлового розвитку [5, 2, 10, 19]. (Рис. 1, 2)

Рис. 1. Зона значних руйнувань центральної частини селища Бородянка, 2022 р.

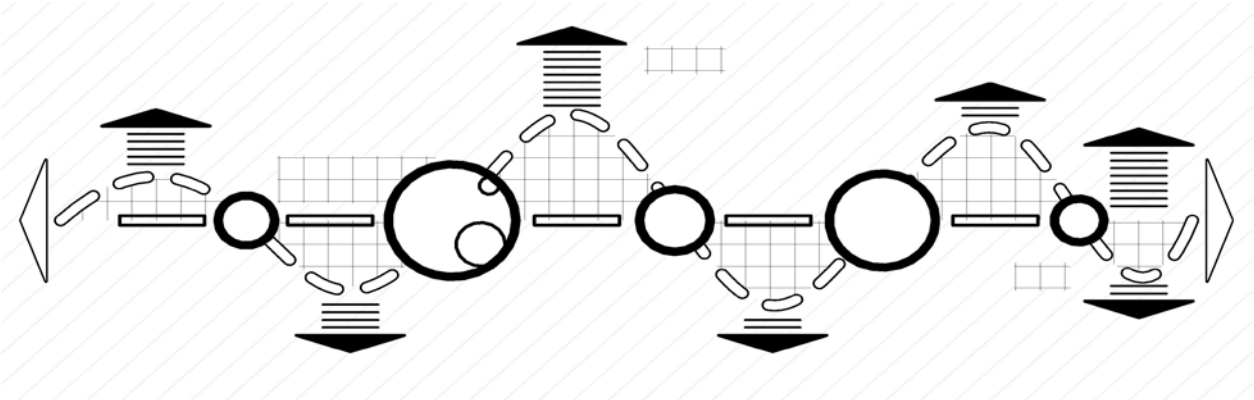


Рис. 2. Лінійно вузлова модель майбутньої соціалізації центральної частини смт. Бородянка.

Важливим на думку дипломниці має бути тематична вузлова організація простору де кожен хто буде знаходитись там відчуватиме всю біль міста та бажання відродитись (Рис. 3).

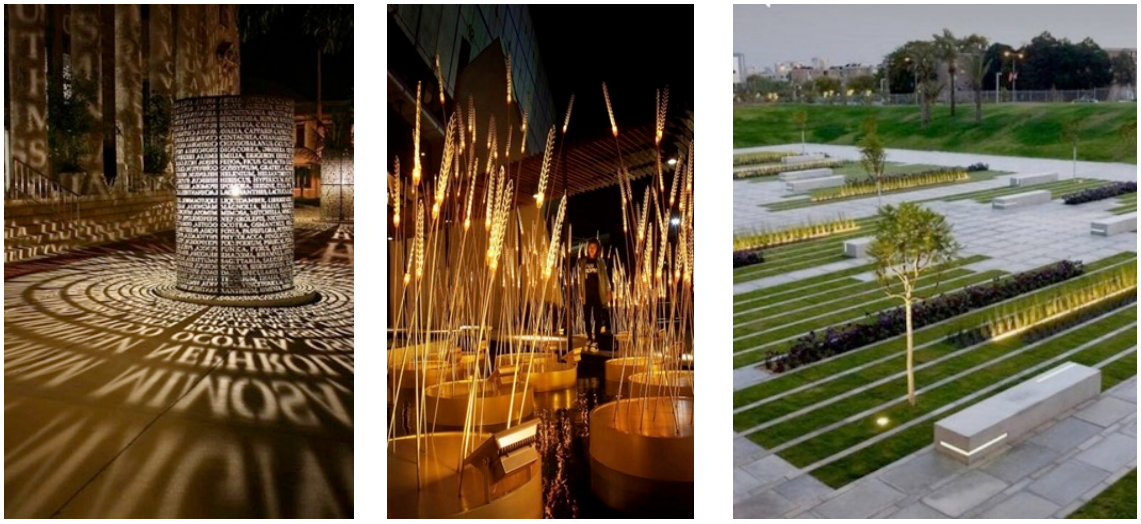


Рис. 3. Варіанти організації тематичних просторів відновленого селища.

Тема майбутнього відновлення зруйнованих будинків, понівеченої природи стала головною і в інших роботах студентів. Це магістерські роботи Браткової Тетяни Леонідівни “Методи і принципи відновлення зруйнованих територій на прикладі міста Ірпінь” [17].

Проєктною пропозицією стало створення системи навчальних закладів різних галузей, що надасть місту можливість створити ще одну потужну функцію для майбутнього розвитку. Пропозиція побудована на залученні існуючих методів реконструкції, головним з яких є покращення природного середовища. (рис. 4)

Рис. 4. Загальний вигляд частини міста після реконструкції

Важливою темою стали ідеї різного виду реабілітації людей в післявоєнний період, це роботи: “Принципи формування рекреаційних територій для реабілітації людей, що постраждали від російської агресії (на прикладі с. Рожни Київської області) дипломна робота Гаврилів Анастасії Віталіївни [18].

Рис. 5. Загальний вигляд реабілітаційного центра

Метою проєкту стало максимальне наближення архітектури до природного оточення та використання різних методів благоустрою територій та вертикального озеленення будівель (Рис. 5). На думку дипломантки саме спілкування з природою є найбільш ефективним методом реабілітації людей, що пройшли і відчули страшні реалії війни.

Бакалаврська робота Кіяшко Поліни Юріївни запропонувала поєднати реабілітаційні процеси з отриманням професійних навичок та майбутньої професії [14]. Саме ідея, що процес реабілітації це не лікування, а надання можливості людині знайти своє, можливо, нове місце в суспільстві отримання професії, яка поверне людей суспільству з новою мотивацією жити. (Рис. 6.)

Рис. 6. Проєктна пропозиція

Тематика сьогодення “реабілітація” хвилює багатьох студентів, і головне, що в терміні студенти вбачають не стільки медичне поняття, а як соціалізація суспільства, яке разом вистоїть агресію, разом буде відбудовувати і разом буде жити і працювати.

Такими роботами стали “Реабілітаційний центр для військовослужбовців Збройних Сил України в м. Києві” Науменко Карина Сергіївна; “Реабілітаційний центр у м. Полонне Хмельницької області” Фелонюк Марина Сергіївна та інші. [16]

Ще одна тема, яка відносно нова це об'єкти туристичної-рекреаційної галузі. Втрата рекреаційних ресурсів змушує шукати внутрішні ресурси для відновлення галузі, і тут як ніщо інше, важлива думка молодих професіоналів, які будуть пропонувати шляхи розвитку галузі.

Такими роботами стали “Принципи визначення потенціалу для розвитку екологічного туризму (на прикладі Чернігівської області)” Реброва Катерина Дмитрівна (Рис.7) [20]; “Принципи формування рекреаційних поселень на основі мобільних будинків у м. Новій Каховці, Херсонської області” Малига Поліна Олегівна [21].

Схема довготривалого відпочинку Схема короткотривалого відпочинку Схема відпочинку вихідного дня

Рис. 7. Проєктна пропозиція трьохрівневої системи вузлів відпочинку м. Чернігів

Дуже важливим в післявоєнний період буде питання, як уже відмічалось, створення просторів як зовнішніх, так і внутрішніх для спілкування людей різних категорій, віку, професійності тощо. Передбачення такої проблеми уже сьогодні турбує студентів. Сучасною пропозицією є робота Кулікова О.О. “Інноваційний центр спілкування людини”, в ідеї якого є врахування філософії своєї історії, традицій та поваги до оточення [15] (рис.8). Саме повага до різних категорій суспільства в процесі відновлення країни має бути основою, а не пропозицією тимчасового значення.

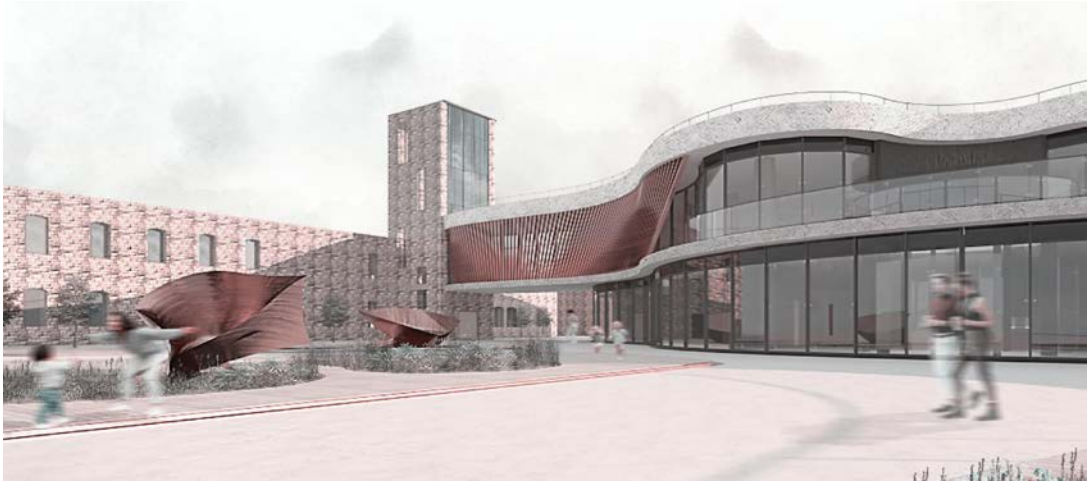


Рис. 8. Загальний вигляд інноваційного центру.

Велика частка робіт присвячена навчальній, культурній та історичній темі пов'язаній з вивченням нашої історії, її популяризації, і що особливо - це все хвилює молодих архітекторів, які будуть відбудовувати країну, А з такими ідеями, бажанням ми переможемо і все відновимо ще більш сучасне та красиве.

Висновки. Як показали результати, тематика дипломних проєктів вибрана свідомо студентами носить надважливий характер. В роботах молодих архітекторів, головною ідеєю стало бажання допомогти країні і суспільству своєю професією, а саме створення для нього якнайкращого, зручного, красивого середовища, незважаючи на ту складну ситуацію, яку їй надала історія.

Звичайно, хочеться подякувати і викладачів кафедри, які попри складну ситуацію весь час підтримували зв'язок з дипломниками та надавали необхідну консультативну інформацію.

Автори статті впевнені, що з такими спеціалістами ми країну відбудуємо і вона буде ще красивішою.

Список літератури

1. Українці у Першій світовій: "На пострадянському просторі - непередбачуване минуле" / Історична правда. Інтернет ресурс - https://www.istpravda.com.ua/articles/2014/08/4/143924/

2. Бородянка. Офіційний сайт Бородянської селищної ради. Інтернет ресурс - https://bsr.gov.ua/

3. Бородянка. Офіційний сайт Бородянської селищної ради. Пошукова система. Інтернет ресурс - https://www.pinterest.com/

4. Географічна енциклопедія України. В 3-х т. Українська Радянська Енциклопедія ім. М.П. Бажана. 1990. Т2.

5. Зозуляк В.А., Короткова Т.М., Яценко В.О. Концепція соціологізації відбудови центральної зони смт. Бородянка. Просторовий розвиток: Науковий збірник. КНУБА, 2023. - Вип.3. - с. 23-34.

6. Закон України “Закон про туризм” (15.09.1995) Голос України. Київ. 1995, №214. с.4-6.

7. Родичкин И.Д. Человек, среда, отдых. Київ, Будівельник, 1977. 160 с.

8. Ладигіна І.В., Дубина І.Г. Ландшафтна архітектура в умовах урбанізації. Навчальний посібник. Харків. 2019, 192 с.

9. Реброва К.Д., Короткова Т.М., Яценко В.О. Принципи визначення потенціалу для розвитку культурно-екологічного туризму. Просторовий розвиток. Науковий збірник. - К., КНУБА, 2023, - Вип.3. 47-55 с.

10. Білоконь Ю.М., Фомін І.О. Наука і творчість в архітектурі. - К.: Логос, 2006, - 2008 с. іл.

11. Гел Йен. Міста для людей. / Йен Гел; переклад з англійської Ольги Любарської. - К.: КЕНЕКШЕНС, 2020. - 280 с.

12. Бондарь Ю.А. Благоустройство нарушенных территорий. - К.: Будівельник, 1984. - 72с.

13. Гайдук Л.О. “Молодіжний центр в м. Вишневе”. Дипломний проєкт. Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

14. Кіяшко П.Ю. Реабілітаційний центр з функцією професійного навчання в м. Вишневе. Дипломний проєкт. Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

15. Куліков О.О. Інноваційний центр спілкування в м. Каледон (Канада). Дипломний проєкт. Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

16. Науменко К.С. Реабілітаційний центр для військовослужбовців ЗСУ в м. Київ. Дипломний проєкт. Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

17. Браткова Т.Л. Методи і принципи відновлення територій на прикладі м. Ірпінь. Дипломний проєкт. (Магістр) Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

18. Гаврилів А.В. Принципи формування рекреаційних територій для реабілітації людей, що постраждали від російської агресії (на прикладі с. Рожни Київської обл). Дипломний проєкт. (Магістр) Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

19. Зозуляк В.А. Концептуальна пропозиція відновлення центральної частини м. Бородянка. Дипломний проєкт. (Магістр) Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

20. Реброва К.Д. Принципи визначення потенціалу для розвитку екологічного туризму (на прикладі Чернігівської області). Дипломний проєкт. (Магістр) Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

21. Малига П.О. Принципи формування рекреаційних поселень на основі мобільних будинків у м. Новій Каховці. Дипломний проєкт. (Магістр) Каф. ЛтаТРА. КНУБА. - Київ. 2023.

Doctor of Architecture, Professor **Yatsenko Viktor,**
Korotkova Tetiana, Pantiukhov Oleg, Korotkov Yevhenii,
Kiev National University of Construction and Architecture

TRAINING OF ARCHITECTS AT THE DEPARTMENT OF LANDSCAPE AND TOURIST AND RECREATIONAL ARCHITECTURE UNDER MARTIAL LAW

This article, as well as the two previous ones for 2021 and 2022, highlights the topics of bachelor's and master's theses completed at the Department of Landscape and Tourism and Recreation Architecture. The choice of topics for diploma projects

is related to the extremely difficult period in the country and is aimed at finding answers to mostly social issues. The state of society during the war and what it will be like after the victory, how the demographic composition of the population will change, what will be most needed to be done in the first place, how young professionals are aware of the complexity of professional tasks in the future. A society that will be divided into many types according to the requirements for the space in which it will live, work, rest, etc. And this main task seems to us to have been successfully completed, because in all the projects, the main focus was on the person of a free and independent Ukraine, regardless of age, status, education, or profession. A person who is a small part of the society where they live, rest, work, respect history, appreciate nature, love others, care for others, and value everything they have inherited.

Such works are the hallmark of the department, because all the life processes of the space in which a person lives will be created tomorrow by these graduates, and their teachers will continue to teach the next ones. And the department's theme will always be based on the search for concepts of combining history, nature and man - to remember, preserve, respect. In their works, the students respected the recreation of the disturbed symbiosis of architecture and nature. Preserving the natural resource as the main one for architectural creativity, trying not to repeat, but to try to understand natural creativity and variety of forms, so that a person can get maximum pleasure from being in such an environment without feeling like an alien element.

The testing of the topic of socialisation of social processes has shown the importance and necessity of this approach - man, nature, architecture.

Keywords: diploma project; department; sociologisation; rehabilitation; restoration; ecotourism; recreational facilities.

REFERENCES

1. Ukrayintsi u Pershomu svitovomu: "Na postradyans′komu prostori - neperedbachuvane mynule" / Istorychna pravda. Internet resource - https://www.istpravda.com.ua/articles/2014/08/4/143924/ {in Ukrainian}

2. Borodyanka. Ofitsiynyy sayt Borodyans′koyi selyshchnoyi rady. Internet resource - https://bsr.gov.ua/ {in Ukrainian}

3. Borodyanka. Ofitsiynyy sayt Borodyans′koyi selyshchnoyi rady. Poshukova systema. Internet-resurs - https://www.pinterest.com/ {in Ukrainian}

4. Heohrafichna entsyklopediya Ukrayiny. V 3-kh t. Ukrayins′ka Radyans′ka Entsyklopediya im. M.P. Bazhana. 1990. T2. {in Ukrainian}

5. Zozulyak V.A., Korotkova T.M., Yatsenko V.O. Kontseptsiya sotsiolohizatsiyi vidbudovy tsentral′noyi zony smt. Borodyanka. Prostorovyy rozvytok: Naukovyy zbirnyk. KNUBA, 2023. - Vol.3. - p. 23-34. {in Ukrainian}

6. Zakon Ukrayiny “Zakon pro turyzm” (15.09.1995) Holos Ukrayiny. Kyiv. 1995, №214. p.4-6. {in Ukrainian}

7. Rodychkyn I.D. Lyudyna, sreda, otdykh. Kyiv, Budivel′nyk, 1977. 160 p.

8. Ladyhina I.V., Dubina I.H. Landshaftna arkhitektura v umovakh urbanizatsiyi. Navchal′nyy posibnyk. Kharkiv. 2019, 192 p. {in Ukrainian}

9. Rebrova K.D., Korotkova T.M., Yatsenko V.O. Pryntsypy vyznachennya potentsialu dlya rozvytku kul′turno-ekolohichnoho turyzmu. Prostorovyy rozvytok. Naukovyy zbirnyk. - K., KNUBA, 2023, - Vol.3. 47-55 p. {in Ukrainian}

10. Bilokon′ YU.M., Fomin I.O. Nauka i tvorchist′ v arkhitekturi. - K.: Lohos, 2006, - 2008 p. il. {in Ukrainian}

11. Hel′ Yen. Mista dlya lyudey. / Yen Hel′; pereklad z anhliys′koyi Ol′hy Lyubars′koyi. – K.: KENEKSHENS, 2020. – 280 p. {in Ukrainian}

12. Bondar′ YU.A. Blahoustroystvo narushennykh terrytoryy. - K.: Budivel′nyk, 1984. - 72p. {in Ukrainian}

13. Hayduk L.O. “Molodizhnyy tsentr v m. Vyshneve”. Dyplomnyy proekt. Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

14. Kiyashko P.YU. Reabilitatsiynyy tsentr z funktsiyeyu profesiynoho navchannya v m. Vyshneve. Dyplomnyy proekt. Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

15. Kulikov O.O. Innovatsiynyy tsentr spilkuvannya v m. Kaledon (Kanada). Dyplomnyy proekt. Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

16. Naumenko K.P. Reabilitatsiynyy tsentr dlya viys′kovosluzhbovtsiv ZSU v m. Kyiv. Dyplomnyy proekt. Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

17. Bratkova T.L. Metody i pryntsypy vidnovlennya terytoriyi na prykladi m. Irpin′. Dyplomnyy proekt. (Mahistr) Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

18. Havryliv A.V. Pryntsypy formuvannya rekreatsiynykh terytoriy dlya reabilitatsiyi lyudey, shcho postrazhdaly vid rosiys′koyi ahresiyi (na prykladi p. Rozhni Kyivs′koyi obl). Dyplomnyy proekt. (Mahistr) Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

19. Zozulyak V.A. Kontseptual′na propozytsiya vidnovlennya tsentral′noyi chastyny m. Borodyanka. Dyplomnyy proekt. (Mahistr) Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

20. Rebrova K.D. Pryntsypy vyznachennya potentsialu dlya rozvytku ekolohichnoho turyzmu (na prykladi Chernihivs′koyi oblasti). Dyplomnyy proekt. (Mahistr) Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

21. Malyha P.O. Pryntsypy formuvannya rekreatsiynykh poselen′ na osnovi mobil′nykh budynkiv u m. Novyy Kakhovtsi. Dyplomnyy proekt. (Mahistr) Kaf. LtaTRA. KNUBA. - Kyiv. 2023. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.155-164
УДК 502.171:556(477)

д.т.н., професор **Линник І.Е.,**
linnik.xnugx@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8972-3250,
Харківський національний університет
міського господарства ім. О.М. Бекетова

ЗСУВНІ ПРОЦЕСИ В МІСТІ ДНІПРО ТА ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Проведено аналіз зсувних процесів в місті Дніпро та Дніпропетровській області. Виявлено, що зсуви займають домінуюче положення серед екзогенних геологічних процесів. Загальна кількість зсувів та зсувних ділянок складає 382 одиниці, з них у м. Дніпро – 133 зсуви. Найбільша кількість зсувів спостерігається у містах Дніпро та Кам'янське. У м. Дніпро зсувнонебезпечні зони розташовані поблизу ярів. Як проектна пропозиція запропоновано укріплення зсувних укосів в Аптекарській балці м. Дніпро способом влаштування підпірної стінки із габіонів.

Ключові слова: зсуви; зсувні процеси; зсувні ділянки; габіони.

Постановка проблеми. Зсув – фізико-геологічне явище, яке виникає у процесі деформування й порушення рівноваги частини ґрунтового масиву схилу (укосу) під дією гравітаційних сил, гідродинамічного тиску, додаткових природних (сейсмічних) або техногенних навантажень (забудова схилів тощо) [1 ДБН]. Це відносно повільний, а іноді дуже швидкий рух земляних мас униз схилом під впливом сили ваги, у зв'язку зі зміною фізичних властивостей ґрунтів за участі поверхневих і підземних вод, а також атмосферних явищ. Вони найчастіше виникають на схилах долин, великих укосах земляного полотна автомобільних доріг та залізниць, в горах, на берегах морів та річок.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідження зсувних процесів, спостереження за зсувними ділянками та заходи боротьби з ними розглянуто в роботах Кузьменка Е.Д., Крижанівського Є.І., Касіянчука Д.В., Пазинич Н.В., Ліщенко Л.П., Кріль Н.В., Коврова О.С., Бучавого Ю.В. [2–11] та багатьох вчених різних країн світу [12–14].

Постійний моніторинг територій, схильних до зсувів, своєчасна боротьба із зсувами дозволяє запобігти руйнуванню схилів, будівель і споруд, уникнути людських жертв.

Метою дослідження є проаналізувати зсувні процеси в місті Дніпро й Дніпропетровській області та запропонувати заходи з укріплення зсувних укосів в Аптекарській балці м. Дніпро.

Аналіз зсувних процесів у місті Дніпро та Дніпропетровській області.

Зсуви займають домінуюче положення серед екзогенних геологічних процесів у місті Дніпро та Дніпропетровській області через їхнє значне поширення особливо на територіях інтенсивного господарського використання. Їхня активізація має значні негативні наслідки через швидкість розвитку та значні деформації й руйнування будівель і споруд [15–18].

Розвиток зсувних процесів на території м. Дніпро та Дніпропетровської області зумовлений особливостями геологічних і гідрогеологічних умов окремих районів. Сучасна активізація зсувів пов'язана з проявом супутніх процесів – ерозійного та абразійного. Також на активізацію зсувів впливає господарська діяльність людини, що обумовлюється додатковим навантаженням, підрізкою схилів під час будівельних робіт, створенням динамічних навантажень тощо. Особливо активізувався процес зсувоутворення на правому березі Дніпра та його правих притоках.

Посилення зсувної активності в містах негативно впливає не тільки на безпеку споруд і будівель, а й на функціонування господарських установ і всього регіону.

У 2022 році моніторингові спостереження проводились на 26 зсувних ділянках (рис. 1). Загальна кількість зсувів та зсувних ділянок склала 382, з них у м. Дніпро – 133 зсуви, у м. Кам'янське – 22 зсуви. Кількість зсувів на забудованій території – 164 од., кількість господарських об'єктів в зоні зсувів – 167 од. (рис. 2). Загальна площа зсувних ділянок становить 20,84 км^2. Під час подальшого дослідження території було виявлено ще 17 зсувів, які ще не занесені на кадастровий облік. З обстежених 26 об'єктів моніторингу у 2022 році активні зсувні процеси спостерігалися на 5 об'єктах [15–18].

Зсуви, що сталися в балках у містах Дніпро та Кам'янському, продовжують становити загрозу для цивільних споруд та життя людей. Основними причинами утворення зсувів є постійне або періодичне підвищення рівня ґрунтових вод (після танення снігу, випадання опадів), неорганізований дренаж поверхневих вод (балки Шамишина, Карнаухівська), розмивання схилів поверхневими та ґрунтовими водами, посилення ерозії ґрунтів через скидання промислових і побутових вод (балки Бараннікова, Аптекарська, Довга) [17, 18].

У м. Дніпро зсувнонебезпечні зони розташовані поблизу ярів. На цих територіях розташовано близько 400 житлових будинків. Весняні повені спричиняють проблеми в Аптекарській балці. Будинки, що розташовані поблизу, вкриваються тріщинами. У 1950-х роках у місті велися масштабні будівельні роботи, закопувалися балки. Останнім часом активно руйнуються старі будівлі, при цьому балки засипають будівельним сміттям.

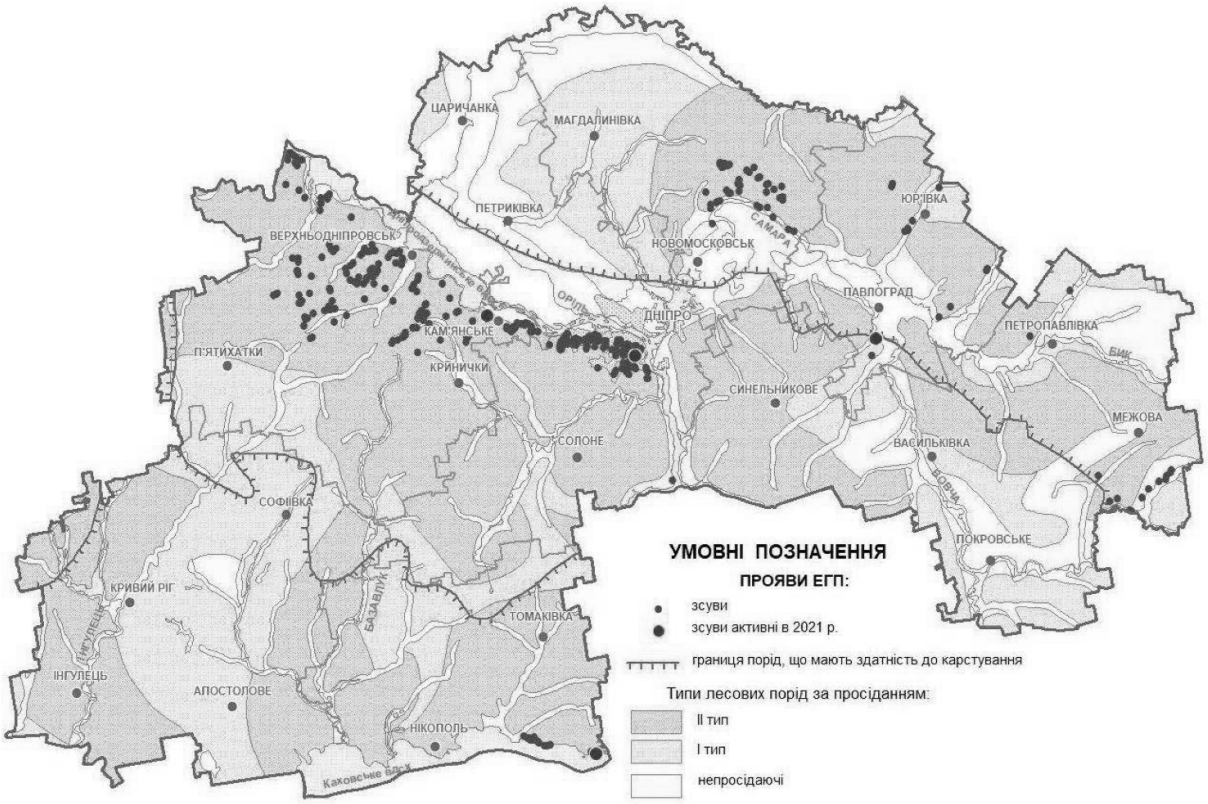


Рис. 1. Поширення зсувів на території Дніпропетровської області [17, 18]

Рис. 2. Кількість зсувів у Дніпропетровській області

У м. Дніпро сталися зсуви в центрі міста (вулиці Горяна, Роднікова, провулок Крута Балка, тупик Крута Балка, що розташовані на лівому схилі Крутої балки. Причини утворення зсувів природні та антропогенні – посилення розмиву схилів балки, просідання ґрунтів під будинками, забудова верхньої частини схилу. Постраждали всі будинки по вулиці Родніковій, чотири будинки по вулиці Горяна, та три будинки по провулку Крута Балка. Із пошкоджених

будинків по вул. Горяна та пров. Крута Балка мешканців було відселено. Загальна площа зруйнованої місцевості становить приблизно 2,5 га (0,025 км^2). Повторні перевірки не виявили жодних змін у пошкоджених будинках, крім прогресуючого розтріскування [17, 18].

Вразливими до активізації були зсуви [17, 18] (рис. 3):

– на правому схилі балки Рибальської (провулок Назарія Яремчука, вул. Нахімова, вул. Гавриленка). Площа зсуву 5,3 га.

– на правому схилі та у верхів'ї Краснопільської балки (житловий масив «Мирний», завод «Дніпрошина», вулиці Бориса Кротова та Підмогильного). Площа зсуву 2,7 га;

– на правому схилі Аптекарської балки (вулиці Токарна, Богданова, Канатна, провулок Токарний). Площа зсуву 0,9 га;

– у балці Довгій (вулиці Сірка, Ласточкіна). Площа зсуву 3,8 га.

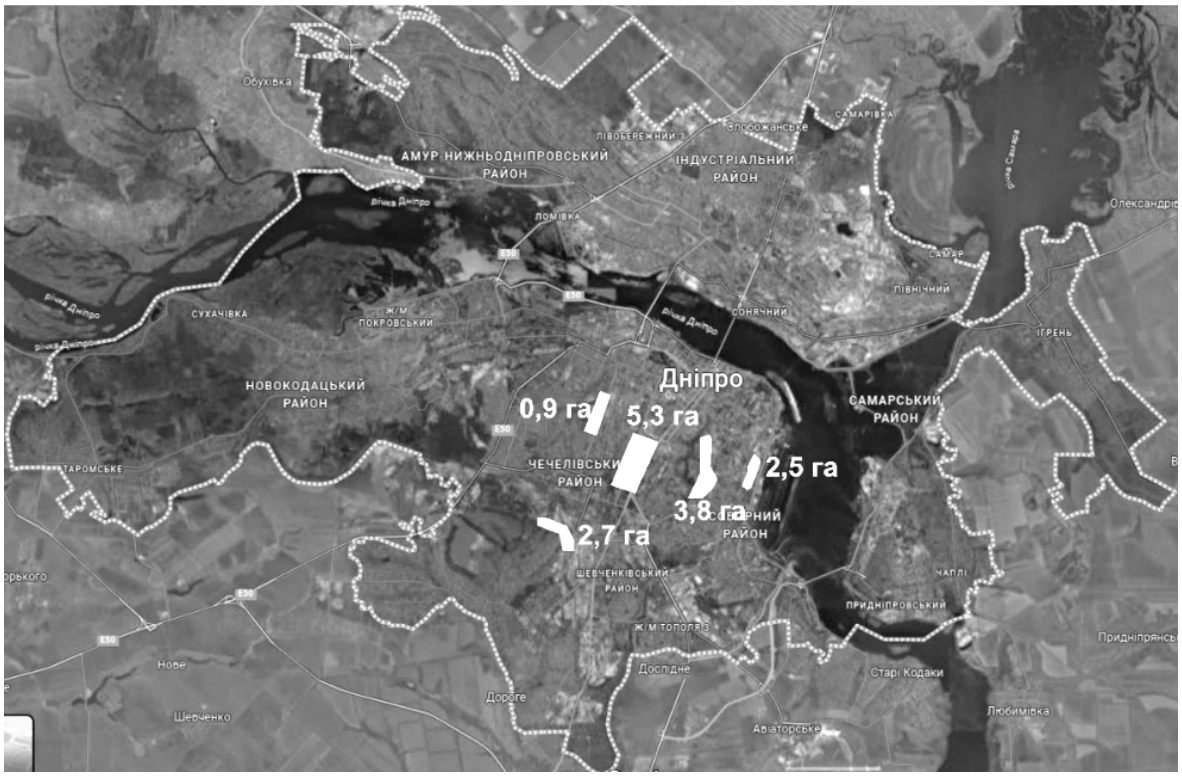


Рис. 3. Активні зсуви у місті Дніпро

Зона активних зсувів у центрі міста Кам'янському розташована на правому схилі балки Шамишина (житловий масив Черемушки, вулиці Онищенка, Скалика, Ціолковського).

Схильна до активізації зсувна ділянка розташована у верхів'ї балки Бараннікова (вулиця Островського) загальною площею 1,1 га.

Зсувні процеси на берегах Каховського водосховища розвиваються в районі селищ Придніпровське та Добра Надія на схід від м. Нікополь. Тут

спостерігаються зсуви довжиною 175 м і шириною 30 м зі складною структурою, що складається з багатьох сходів. Це зміщення пов'язане з абразивним впливом хвиль у Каховському водосховищі.

На правому схилі Каховського водосховища біля селища Вищетарасівка Нікопольського району також активізувався зсув. Відстань до найближчої забудови становить близько 1,0 км. Загальна площа зсуву 3,5 га. У цій місцевості часто трапляються зсуви. Зсувні ділянки можуть зруйнувати ґрунтові дороги та повністю знищити лісосмуги.

Виникнення зсувів в районах правих схилів долини річки Самари та її притоків пов’язане з широким виходом строкатих глин на схилах балок та ярів, що сильно розгалужені. Утворенню зсувів сприяє ерозія русла.

У 2021 році в селі Привовчанське Павлоградського району на лівому схилі річки Вовча спостерігалась активізація зсувів. Відстань до забудови села становить 1 км. Причинами зсувів були як природні, так і антропогенні чинники – посилення ерозії схилів річки, зрошення сільськогосподарських угідь та ґрунтові води. Загальна площа порушеної території становить приблизно 3,0 га (0,030 км^2) [17, 18].

Небезпечними є також зсувні ділянки [17, 18]:

– у селі Новостепанівка Новомосковського району на лівому схилі верхів’їв балки Іскова. Площа зсувних ділянок становить 1,8 га;

– у селі Андріївка на правому схилі річки Самара. Площа зсуву 0,6 га;

– у селі Губиниха на правому схилі Огланової балки. Площ зсуву 0,4 га;

– у селі Військове Дніпровського району на лівому схилі яру. Площа зсуву 2,0 га;

На території Кам’янського району у басейнах річок Омельник, Домоткань і Самоткань наявна велика кількість зсувів на схилах малих річок, ярів, балок та уздовж узбережжя Дніпродзержинського водосховища. Вони пов’язані із яружно-балковою ерозією, інтенсивною абразивною діяльністю хвиль Дніпродзержинського водосховища.

Пропозиція заходів з укріплення зсувних укосів в Аптекарській балці м. Дніпро. Аптекарська балка розташована у Чечелівському районі на західній частині міста Дніпро. Довжина балки становить до 1 300 м, глибина – від 2 м до 5 м. Уся балка з обох боків забудована житловими будинками та будівлями різного призначення. В нижній частині балка засипана будівельним сміттям. На дні балки протікає невеличкий струмок. На схилах і по дну балки зростають зелені насадження – дерева і чагарники різних порід.

У 70-тих роках XX сторіччя в Аптекарській балці трапилося небезпечне природне явище – зсув ґрунту. Він виник через декілька причин [17, 18]:

– збільшення крутизни схилу;

– підмивання схилів водою;

– ослаблення міцності порід через перезволоження атмосферними опадами та підземними водами;

– будівельна та господарська діяльність.

Однією з екологічних проблем Аптекарської балки є скидання сміття у балку.

З лівого боку уздовж Аптекарської балки знаходяться житлові вулиці Богданова та Токарна, забудова яких найбільше потерпає від зсувів.

Як інженерний захист укосів Аптекарської балки запропоновано влаштування підпірної стінки із габіонів з обох боків балки. У європейських країнах габіони давно широко використовуються в ландшафтному дизайні, але в нашій країні вони тільки починають набирати популярність. Перевага габіонів полягає не тільки в надійності, але й в швидкій збірці.

Після зведення підпірних стінок територію Аптекарської балки рекомендовано облаштувати під зону відпочинку. Для цього її необхідно очистити від сміття та виконати планування території. На спланованій території пропонується розмістити дитячі майданчики та майданчики тихого відпочинку, прокласти пішохідні алеї і доріжки. Існуючі зелені насадження в самому ярі після обстеження можливо частково доведеться знести чи кронувати, та висадити нові.

Висновки і рекомендації щодо подальшого використання.

У результаті аналізу зсувних процесів в місті Дніпро та Дніпропетровській області виявлено, що вони займають домінуюче положення серед екзогенних геологічних процесів. Загальна кількість зсувів та зсувних ділянок склала 382 одиниці, з них у м. Дніпро – 133 зсуви. Найбільша кількість зсувів спостерігається у містах Дніпро та Кам’янське. У м. Дніпро зсувнонебезпечні зони розташовані поблизу ярів.

Запропоновано укріплення зсувних укосів в Аптекарській балці м. Дніпро способом влаштування підпірної стінки із габіонів.

Список використаних джерел

1. Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: ДБН В.1.1-46-2017. – Чинний від 01.11.2017 р. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2017. – 51 с. (Державні будівельні норми України).

2. Кузьменко Е.Д. Довгостроковий прогноз зсувної активності на території правобережжя Київського водосховища / Е.Д. Кузьменко, Є.І. Крижанівський, О.М. Карпенко, О.М. Журавель // Геодинаміка, 2012. – № 1(12)/2012. – С. 93–102.

3. Касіянчук Д.В. Статистичний аналіз факторів природної та техногенної складової розвитку зсувів / Д.В. Касіянчук // Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Геологія – Географія – Екологія, 2014. – № 1128, Вип. 41. – С. 139–148.

4. Пазинич Н.В. Анализ рельефа как компонента природно-техногенной системы города (на примере г. Киева) / Н.В. Пазинич // Проблеми та досвід інженерного захисту урбанізованих територій і збереження спадщини в умовах геоекологічного ризику / Під ред. В.М. Шестопалова, М.Г. Демчишина, В.О. Кендзери, Ю.О. Маслова. – Наукове видання. – Київ: Фенікс, 2013. – VI. С. 176-182.

5. Ліщенко Л.П. Дослідження зсувних процесів на території м Києва в режимі дистанційного моніторингу [Електронний ресурс] / Л.П. Ліщенко, Н.В. Пазинич, О.М. Теременко // Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2014. – № 2. – С. 18–28. – Режим доступу: http://www.ujrs.org.ua. — Назва з екрану.

6. Кріль Н.В. Техногенні динамічні впливи на геологічне середовище міста / Н.В Кріль. – Київ: Наукова думка, 2015. – 159 с.

7. Ліщенко Л.П. Супутниковий моніторинг розвитку зсувних процесів у Придніпровській зоні м. Київ / Л.П. Ліщенко, Н.В. Пазинич, В.Є. Філіпович // Український журнал дистанційного зондування Землі. – 2017. – Вип. 15. – С. 11–22.

8. Ковров О.С. Статистика природних зсувів в світі та Україні [Електронний ресурс] / О.С. Ковров, Ю.В. Бучавий // Екологічна безпека. – Київ. – 2017. – № 2. – С. 14–20. – Режим доступу: http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2017_2%2824%29/PDF/14-20.pdf.

9. Линник І.Е. Інженерна підготовка територій населених місць: навч. посіб. / І.Е. Линник. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 337 с.

10. Проектування міських територій: підручник: [у 2 ч.] / [за ред. І.Е. Линник, О.В. Завального]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – Ч. ІІ. – 544 с. (серія «Міське будівництво та господарство»).

11. Линник І.Е. Аналіз зсувних процесів в Україні та заходи їхнього усунення / І.Е. Линник, І.А. Шмуля // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць. Луцьк: Луцький НТУ. – 2019. – Вип. 12. – С. 92–101.

12. Claudio Margottini, Paolo Canuti, Kyoji Sassa (2013), Landslide Science and Practice. Volume 1: Landslide Inventory and Susceptibility and Hazard Zoning. – New York – London: Springer International Publishing. 615 p.

13. Matjaž Mikoš, Binod Tiwari, Yueping Yin, Kyoji Sassa (2017), Advancing Culture of Living with Landslides. Volume 2: Advances and Landslide Science. New York: Springer International Publishing. 1193 p.

14. Kyoji Sassa, Hiroshi Fukuoka, Fawu Wang, Gonghui Wang (2007), Progress in Landslide Science. Germany, Berlin: Springer Berlin Heidelberg New York. 375 p.

15. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2021 році. Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ – 2021. – 384 с.

16. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП — Київ [Електронний ресурс]. – Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». – 2020. – Випуск XVII. – 78 с. – Режим доступу: https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/ uploads/2021/06/2021_sajt.pdf

17. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2022 рік [Електронний ресурс]. / затв. головою облдержадміністрації – начальником обласної військової адміністрації. – 2023 р. – 299 с. – Режим доступу: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Ekolohiia/Rehionalna%20dopovid%20ta%20Ekolohichnyi%20pasport/ekologiya%20pasport/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%20%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96%20%D0%B7%D0%B0%202022%20%D1%80%D1%96%D0%BA.pdf.

18. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2022 рік [Електронний ресурс]. – Дніпро, 2023. – 309 с. – Режим доступу: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Ekolohiia/Rehionalna%20dopovid%20ta%20Ekolohichnyi%20pasport/Rehionalna%20dopovid%20pro%20stan%20navkolyshnoho%20pryrodnoho%20seredovyshcha%20v%20Dnipr.obl./Rehionalna%20dopovid%20pro%20stan%20navkolyshnoho%20pryrodnoho%20seredovyshcha%20v%20Dnipr.obl.%202022.pdf.

Doctor of Technical Sciences, Professor, **Lynnyk Iryna,**
O.M. Beketov National University of Municipal Economy in Kharkiv

SHIFTING PROCESSES IN THE CITY OF DNIPRO AND DNIPROPETROVSK REGION

The analysis of landslide processes in the city of Dnipro and the Dnipropetrovsk region was carried out. It was found that landslides occupy a dominant position among exogenous geological processes due to their significant distribution, especially in the territories of intensive economic use. Their activation has significant negative consequences due to the speed of development and significant deformation and destruction of buildings and structures. The development of landslide processes on the territory of the city of Dnipro and the Dnipropetrovsk region is determined by the peculiarities of the geological and hydrogeological conditions of certain areas. The modern activation of landslides is associated with the manifestation of accompanying processes - erosion and abrasion. Also, the intensification of landslides is influenced by human economic activity, which is caused by additional loads, trimming of slopes during construction works, creation of dynamic loads, etc. The process of landslide formation on the right bank of the Dnieper and its right tributaries became particularly active. The total number of landslides and landslide areas is 382 units, of which 133 landslides are in the city of Dnipro. The largest number of landslides is observed in the cities of Dnipro and Kamianske. In the city of Dnipro, landslide-hazardous zones are located near ravines. Landslides occur in Aptekarska Balka due to the following reasons: increase in the steepness of the slope; washing slopes with water; weakening of rock strength due to waterlogging by atmospheric precipitation and underground water; construction and economic activity. One of the environmental problems of Aptekarska balka is the dumping of garbage into the beam. Along Aptekarska balka are the residential streets of Bohdanova and Tokarna, the buildings of which suffer the most from landslides. As a design proposal, it is proposed to strengthen the sliding slopes in Aptekarska Balka, Dnipro, by means of a retaining wall made of gabions.

Key words: landslides; landslide processes; landslide areas; gabions.

REFERENCES

1. Inzhenernyi zakhyst terytorii, budivel i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennia: DBN V.1.1-46-2017. – Chynnyi vid 01.11.2017 r. – Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 2017. – 51 s. {in Ukrainian}.

2. Kuzmenko E.D. Dovhostrokovyi prohnoz zsuvnoi aktyvnosti na terytorii pravoberezhzhia Kyivskoho vodoskhovyshcha / E.D. Kuzmenko, Ye.I. Kryzhanivskyi, O.M. Karpenko, O.M. Zhuravel // Heodynamika, 2012. – № 1(12)/2012. – S. 93–102. {in Ukrainian}.

3. Kasiianchuk D.V. Statystychnyi analiz faktoriv pryrodnoi ta tekhnohennoi skladovoi rozvytku zsuviv / D.V. Kasiianchuk // Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriia: Heolohiia – Heohrafiia – Ekolohiia, 2014. – № 1128, Vyp. 41. – S. 139–148. {in Ukrainian}.

4. Pazynych N.V. Analyz relefa kak komponenta pryrodno-tekhnohennoi systemы horoda (na prymere h. Kyeva) / N.V. Pazynych // Problemy ta dosvid inzhenernoho zakhystu urbanizovanykh terytorii i zberezhennia spadshchyny v umovakh heoekolohichnoho ryzyku / Pid red. V.M. Shestopalova, M. H. Demchyshyna, V.O. Kendzery, Yu.O. Maslova. – Naukove vydannia. – Kyiv: Feniks, 2013. – VI. S. 176-182. {in Ukrainian}.

5. Lishchenko L.P. Doslidzhennia zsuvnykh protsesiv na terytorii m Kyieva v rezhymi dystantsiinoho monitorynhu [Elektronnyi resurs] / L.P. Lishchenko, N.V. Pazynych, O.M. Teremenko // Ukrainskyi zhurnal dystantsiinoho zonduvannia Zemli. – 2014. – № 2. – S. 18–28. – Rezhym dostupu: http://www.ujrs.org.ua. — Nazva z ekranu. {in Ukrainian}.

6. Kril N.V. Tekhnohenni dynamichni vplyvy na heolohichne seredovyshche mista / N.V Kril. – Kyiv: Naukova dumka, 2015. – 159 s. {in Ukrainian}.

7. Lishchenko L.P. Suputnykovyi monitorynh rozvytku zsuvnykh protsesiv u Prydniprovskii zoni m. Kyiv / L.P. Lishchenko, N.V. Pazynych, V.Ye. Filipovych // Ukrainskyi zhurnal dystantsiinoho zonduvannia Zemli. – 2017. – Vyp. 15. – S. 11–22. {in Ukrainian}.

8. Kovrov O.S. Statystyka pryrodnykh zsuviv v sviti ta Ukraini [Elektronnyi resurs] / O.S. Kovrov, Yu.V. Buchavyi // Ekolohichna bezpeka. – Kyiv. – 2017. – № 2. – S. 14–20. – Rezhym dostupu: http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2017_2%2824%29/PDF/14-20.pdf. {in Ukrainian}.

9. Lynnyk I.E. Inzhenerna pidhotovka terytorii naselenykh mists: navch. posib. / I.E. Lynnyk. – Kharkiv: KhNAMH, 2004. – 337 s. {in Ukrainian}.

10. Proektuvannia miskykh terytorii: pidruchnyk: [u 2 ch.] / [za red. I.E. Lynnyk, O.V. Zavalnoho] ; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O.M. Beketova. –

Xarkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova, 2019. – Ch. II. – 544 s. (seriia «Miske budivnytstvo ta hospodarstvo»). {in Ukrainian}.

11. Lynnyk I.E. Analiz zsuvnykh protsesiv v Ukraini ta zakhody yikhnoho usunennia / I.E. Lynnyk, I.A. Shmulia // Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi: zb. nauk. prats. Lutsk: Lutskyi NTU. – 2019. – Vyp. 12. – S. 92–101. {in Ukrainian}.

12. Claudio Margottini, Paolo Canuti, Kyoji Sassa (2013), Landslide Science and Practice. Volume 1: Landslide Inventory and Susceptibility and Hazard Zoning. – New York – London: Springer International Publishing. 615 p. {in USA–Great Britain}.

13. Matjaž Mikoš, Binod Tiwari, Yueping Yin, Kyoji Sassa (2017), Advancing Culture of Living with Landslides. Volume 2: Advances and Landslide Science. New York: Springer International Publishing. 1193 p. {in USA}.

14. Kyoji Sassa, Hiroshi Fukuoka, Fawu Wang, Gonghui Wang (2007), Progress in Landslide Science. Germany, Berlin: Springer Berlin Heidelberg New York. 375 p. {in USA}.

15. Natsionalna dopovid pro stan tekhnohennoi ta pryrodnoi bezpeky v Ukraini u 2021 rotsi. Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. Kyiv – 2021. – 384 s. {in Ukrainian}.

16. Informatsiinyi shchorichnyk shchodo aktyvizatsii nebezpechnykh ekzohennykh heolohichnykh protsesiv za danymy monitorynhu EHP — Kyiv [Elektronnyi resurs]. – Derzhavna sluzhba heolohii ta nadr Ukrainy, Derzhavne naukovo-vyrobnyche pidpryiemstvo «Derzhavnyi informatsiinyi heolohichnyi fond Ukrainy». – 2020. – Vypusk KhVII. – 78 s. – Rezhym dostupu: https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/ uploads/2021/06/2021_sajt.pdf. {in Ukrainian}.

17. Ekolohichnyi pasport Dnipropetrovskoi oblasti za 2022 rik [Elektronnyi resurs]. / zatv. holovoiu oblderzhadministratsii ¬– nachalnykom oblasnoi viiskovoi administratsii. – 2023 r. – 299 s. – Rezhym dostupu: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Ekolohiia/ Rehionalna%20dopovid%20ta%20Ekolohichnyi%20pasport/ekologiya%20pasport.pdf. {in Ukrainian}.

18. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Dnipropetrovskii oblasti za 2022 rik [Elektronnyi resurs]. – Dnipro, 2023. – 309 s. – Rezhym dostupu: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Ekolohiia/Rehionalna%20dopovid% 20ta%20Ekolohichnyi%20pasport/Rehionalna%20dopovid.pdf. {in Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.165-177
УДК 693. 546
Candidate of Technical Sciences, associate professor **Sergei Osipov**,
seryosip@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-5851-3517,
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

CURRENT STATE OF TECHNOLOGY AND METHODS OF RESTORATION OF ARCHITECTURAL MONUMENTS

The article presents the results of the analysis and generalization of the current state of technology and methods of restoration of architectural monuments. It is shown that the prospects for the development of the construction complex of Ukraine determine the need for the creation and functioning of a system of highly effective technologies for the restoration of architectural monuments, which is adapted to the specific characteristics and parameters of the object and the subject of restoration. The formation of such a system is carried out on the principles of innovative efficiency of restoration technologies from the set of existing technologies in the construction industry, which, in turn, is formed under the influence of global progress in the construction and technological sphere. A systemic interrelationship between types of restoration and methods of restoration, as construction-technological systems, is established. The established relationship is taken as the basis of organizing the system of methods of restoration of architectural monuments. The impact of scientific and technical progress in the field of construction on the multiplicity of methods of execution and mechanization of restoration processes has been established, as one that goes to infinity, which translates the existing system of methods into the category of large, complex and open systems with a disordered structure.

Keywords: technology; restoration; architectural monuments; methods of execution and mechanization of restoration processes

Statement of the problem. According to modern ideas, restoration, as a special complex of construction and installation works aimed at the reconstruction, strengthening of destroyed, damaged or distorted buildings and structures, related to monuments of architecture or history, is an equal component of a more general system - construction - a branch of material production, covering new construction, reconstruction, repair and restoration completed and constructed [1, p. 5]. Therefore, the current state of technology and methods of organizing the restoration of monuments of architecture and history almost fully correspond to the modern scientific, technical and technological level of development of the construction industry in our country.

The scientific, technical and technological commonality of the object and the subject of construction technology research, applied in the conditions of restoration, new construction or reconstruction, determines the need to consider the prospects for the development of technologies and methods of organizing the restoration of architectural monuments in relation to the main directions, characteristics and parameters of global progress in construction and technology sphere and development prospects of the construction complex as a whole.

Relevance and purpose of the study. Many works have been devoted to the problem of improving the methods of restoration of buildings and structures [1-6], but the analysis of these scientific studies shows the diversity of construction and technological solutions and technologies for the implementation of restoration processes and methods of organizing the restoration of architectural monuments, their logical inconsistency, which consists in underestimating the importance of the formation general representation regarding the conditions of its implementation.

Purpose of the article. The effectiveness of restoration technologies, along with the availability of modern methods of execution and mechanization of restoration processes, largely depends on the level of orderliness of the system of methods, as a large complex system, and which is also constantly developing.

Research methods. The research is based on a general scientific method - analysis and generalization, development of classifications.

Basic material and their results. If the general prospects for the development of the construction complex of our country determine the need for the existence and functioning of a system of highly effective technologies for the restoration of monuments of architecture and history, as a technical and economic limitation, then taking into account global progress in the construction and technological sphere contributes to the formation of such a system based on the principles of innovative efficiency - the existing system of methods restoration is improved by the complex implementation of new technologies, "... having a high degree of spread in the practice of ... construction, adapted to the existing technological and technical level of construction production, as well as having highly predictable efficiency, confirmed by practical experience" [2, p. 241].

Restoration of architectural monuments, with its substantive meaning, covers [3]:

- restoration of individual architectural objects - buildings and structures classified as architectural and historical monuments, to preserve their historical and cultural significance;

- restoration of an interconnected complex of buildings and structures:

✓ development of a historical populated area, preserving the historical area in whole or in part and included in the List of Historical Populated Places of Ukraine [5];

✓ architectural ensemble - historical area - part of a populated area that has preserved cultural heritage objects and the associated plan and form of development.

Modern ideas about an architectural monument as an object of cultural heritage protection, as well as the concept of their restoration as a whole, developed in the second half of the 19th – early 20th centuries and found their logical conclusion in the World Charter of Restorers, adopted at the II World Congress of Restorers, held in Venice in 1964 [6].

Currently, the technology for performing construction processes and methods for organizing the restoration of architectural monuments are regulated by state regulations [7] and numerous practical recommendations and methods [8-14], including foreign authors [15-18], and are based on the principle of guaranteed preservation of historical authenticity of the architectural monument and provisions taking into account [19, 20]:

- the accepted method of restoration of an architectural monument;
- original purpose, space-planning and structural design of the architectural monument, taking into account previously completed modernizations and improvements (repair, reconstruction or restoration);
- the initial technique for performing construction processes and the method of erecting an architectural structure, its parts and structures;
- degree of preservation of the monument, major damage and defects.

The initial data for the design and implementation of restoration are established on the basis of archival, archaeological, architectural, technical and other studies and research [14-23].

The formation and systematization of initial data on the restoration object is carried out through the analysis of design and estimate documentation and survey materials of the object being restored, based on the results of which the following are determined [12]:

- method of restoration of an architectural monument;
- architectural, space-planning and design parameters of the restoration object - the nature of the location and density of the territory; space-planning and design characteristics and parameters; initial (at the time of construction) category of general spatial rigidity and stability; the nature and degree of weakening of the spatial rigidity of the frame; technical condition of load-bearing and enclosing structures and the entire architectural monument as a whole;
- architectural and historical value of structures, parts, structural and architectural elements of an architectural monument, which are the subject of cultural heritage protection;
- type, design and current technical condition of the main load-bearing and enclosing structures, finishing coatings and engineering systems;

• list and scope of special work and measures to ensure the strength and stability of load-bearing structures and an architectural monument during its restoration (installation of security reinforcement, temporary and design strengthening of structures and foundations, monitoring and scientific support of restoration, etc.);

• technological parameters of the scope of work - structure and volumes for individual types of work and structures, shift volumes of work, timing of work, composition and availability of mechanization equipment and qualified teams of workers, suppliers of building materials and products, possible subcontractors and contractors;

• organizational conditions and restrictions of construction production - the nature and parameters of tightness in areas of transportation, storage, large-scale assembly, work and workplaces of workers; restrictions imposed on the organization and methods of work by the specific conditions of restoration of an architectural monument (temporary mode of work, inadmissibility of the formation of dust, fumes, gases, aerosols, a ban on dynamic impacts (shock, vibration) and the formation of noise.

Restoration technology, as an interconnected complex of special restoration work of a certain essence, structure and combination, including methods for performing and mechanizing restoration processes of varying complexity, is determined primarily by the accepted method of protecting a cultural heritage site [7-10, 12-13, 18-20, 23 -24].

In accordance with the Law of Ukraine “On the Protection of Cultural Heritage,” the following methods of protecting cultural heritage objects are distinguished [3]:

• *conservation* - a set of scientifically based measures that make it possible to protect cultural heritage objects from further destruction and ensure the preservation of their authenticity with minimal interference in their existing appearance;

• *museumification* - a set of scientifically based measures to bring cultural heritage sites into a state suitable for excursion visits;

• *adaptation* - a set of research, design, survey and production work to create conditions for the modern use of a cultural heritage object without changing its inherent properties, which are the subject of protection of the cultural heritage object, including the restoration of elements that constitute historical and cultural value;

• *rehabilitation* - a set of scientifically based measures to restore the cultural and functional properties of cultural heritage sites;

• *repair* - a set of design, survey and production work aimed at improving the technical condition and maintaining the operational condition of a cultural heritage object without changing the properties that are the subject of protection of the cultural heritage object;

• *restoration* - a set of scientifically based measures to strengthen (conserve) the physical condition, reveal the most characteristic features, restore lost or damaged elements of cultural heritage objects, ensuring the preservation of their authenticity.

Currently, in normative and scientific-technical literature, restoration is understood as the strengthening and restoration of destroyed, damaged or distorted historical and cultural monuments (architectural structures) in order to preserve their historical and artistic significance and, as a special case, with the aim of returning them to their original appearance. Thus, the problems of restoration of architectural monuments include conservation and restoration of cultural heritage objects, which is accepted in this work as the object of study (Fig. 1).

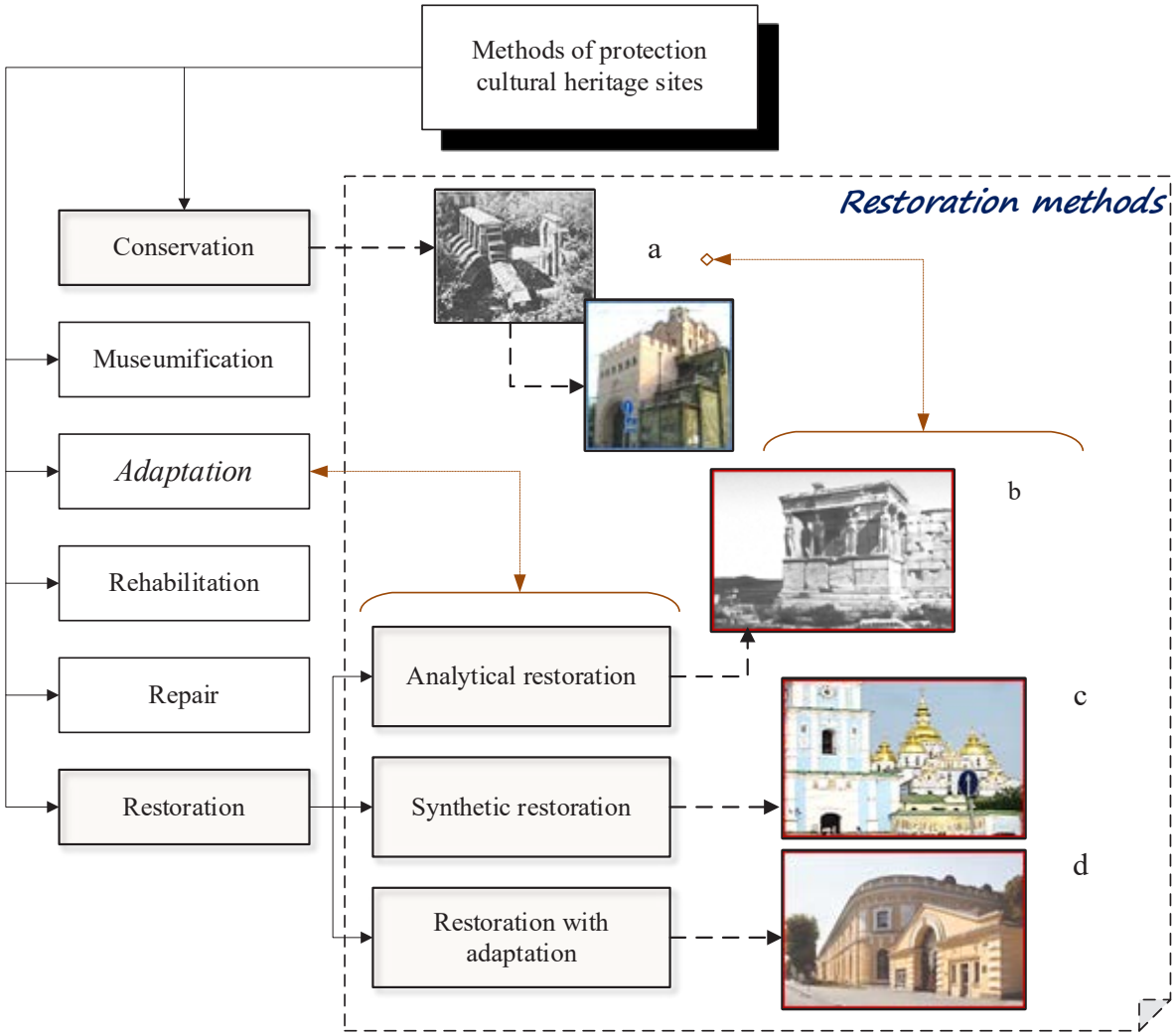


Fig. 1. Systematic relationship between methods of restoration and protection of architectural monuments as objects of cultural heritage:

a – Golden Gate in Kyiv; conservation of an architectural monument by erecting a protective structure over it, stylized to match its original appearance;

b – Portico of the Erechtheion temple in Athens; added parts are highlighted with light material;

c – St. Michael's Golden-Domed Cathedral in Kyiv; almost complete reconstruction of an architectural monument based on surviving drawings, photographs and detailed descriptions;

d – Mystetsky Arsenal in Kyiv; restoration of the Old Arsenal with its adaptation to a cultural and exhibition center

The most common methods of restoration of architectural monuments usually include (Fig. 1):

conservation is a set of measures and work that ensures for a long time the preservation of the appearance of an architectural monument (initial or preserved until it is submitted for conservation), its mechanical strength and chemical inertness; At the same time, the following is performed: consolidation of the foundation soil; strengthening walls, piers, arches and vaults; construction of protective pavilions and canopies, as well as other work and activities (Fig. 1, a);

analytical restoration is a set of activities and works for a comprehensive study of an architectural monument as a historical document and careful strengthening of the real ancient parts of the monument with minimal intervention and the volume of restoration work; all newly added elements must be highlighted, and all extensions must be made in a modern style (Fig. 1, b);

synthetic restoration is a set of measures and work aimed at almost completely recreating an architectural monument in the event of its complete or significant destruction and subject to the availability of reliable information (drawings, plans, photographs, detailed descriptions, etc.) about the appearance of the architectural monument; This method is used as an exception and only for architectural monuments of outstanding national significance (Fig. 1, c);

restoration with adaptation is a set of measures and work aimed at adapting an architectural monument to a new purpose and function with the simultaneous restoration of destroyed and lost parts of the monument, restoration or conservation of elements that constitute the subject of protection of a cultural heritage object - its historical and cultural value (Fig. 1, d).

Methods for the restoration of architectural monuments mutually determine the methods of performing the corresponding complexes of restoration processes, determining their essence, structure, necessary combinations and order of implementation (Fig. 2, [12, 22]).

The set of methods used in practice for performing construction restoration processes $\boldsymbol{M_j} = \{\boldsymbol{m_j}\}$ at the time of the study has an insufficient level of ordering and can only be considered as an open set of possible methods, such that

$$\forall, \vartheta\ [\exists\ \{m_j\}_\vartheta \in M_j = \{m_j\};\ \vartheta = (1, \Theta);\ j = (1, J)] \tag{1}$$

for any variant $\boldsymbol{\vartheta} \in \boldsymbol{\Theta}$ of a complex of restoration works and processes, there are corresponding variants of methods for their implementation $\{\boldsymbol{m_j}\}_{\boldsymbol{\vartheta}}$, which are elements of the general set of possible restoration methods $\boldsymbol{M_j}$ - a large and complex system, including a large number of heterogeneous and different-quality elements of a hierarchical structure - methods of implementation and mechanization of processes, methods, techniques and modes of performing individual operations, permissible and

limit values of technological parameters and finished construction products and other elements and subsystems.

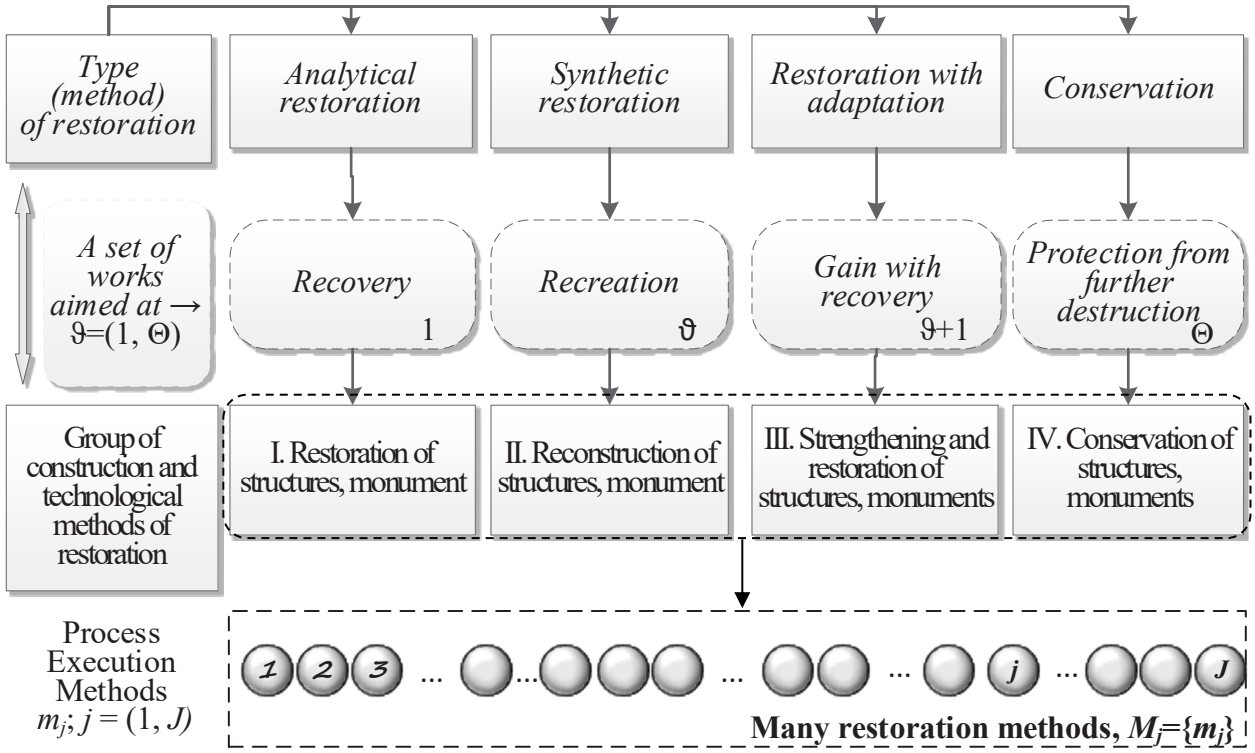


Fig. 2. Systemic relationship between construction and technological restoration methods and types (methods) of restoration of architectural monuments

Thus, the above conditions for the design and implementation of restoration of architectural monuments (see (1)) significantly complicate decision-making processes, which cannot guarantee sufficient completeness of coverage of possible methods for performing restoration processes in their structure and scope of application, which reduces the level of alternativeness of the generated options technologies, and the process of selecting optimal solutions according to technical and economic criteria turns into a formal one and is characterized as unreliable.

Providing general principles for the selection of organizational and technological solutions, assuming the choice of options and multi-criteria technical and economic analysis, in the conditions of selecting alternative options from the general set of methods for performing restoration processes $\{m_j\}$, which belongs to the category *of large and complex systems*, is very problematic and assumes the presence, *in - firstly*, an almost complete base of methods and standard solutions, the presence, *secondly*, of methodological support in a modern digital format and powerful material modeling tools, and also, *thirdly*, a very large experience of the designer and producer of the work.

At present, the possibilities for implementing the above conditions, neither in the first, nor in the second, nor in the third point, have been fully created.

Available generalizations of methods for performing restoration processes [9, 13, 19, 25], including those previously carried out by the author [12], do not have a sufficient level of generality, since all of them, despite their large number and detail, are devoted to individual elements and subsystems - methods of strengthening , strengthening foundations, foundation soils, masonry walls, arches, vaults, methods of replacement, repositioning of structural elements, restoration of plaster and paint coatings, frescoes, mosaics, etc.

An analysis of modern practical experience in the restoration of architectural monuments, set out in the works of [4, 13, 25, 26] and other domestic and foreign authors, indicates that recently, the general set of methods for performing construction restoration processes has been *significantly expanded* by the introduction (Fig. 3):

- new methods of performing and mechanizing construction processes, including those based on new principles, processes or phenomena, namely:

a) complex mechanized methods for performing labor-intensive restoration processes using modern construction machines and mechanisms of a wide range and functions, including manipulators and robotic complexes (Fig. 3, a);

b) systems of manual, electrified and hydraulic tools for performing basic and auxiliary processes and operations - drilling holes, cutting stone, concrete, metal, destroying oversized objects, peeling coatings, cleaning surfaces, priming, impregnating structures, applying coatings, injection of cracks and so on. (Fig. 3, b);

- methods based on the use of new materials, semi-finished products, products and structures that change the structure and modes of restoration processes and operations, namely:

c) anchoring, impregnation, waterproofing, sanitizing and other systems and technologies (see Fig. 3, c);

d) high-strength, super-strength and ultra-strength concrete, super-strength metal, non-metallic and composite products and structures, ultra-lightweight structures and other solutions (see Fig. 3, d).

Conclusions. Consequently, the total set of methods for performing construction restoration processes under the influence of scientific and technological progress in construction and other related areas of material production is rapidly increasing and tends to infinity - $M_j = \{m_j\} \to \infty$. In general, it can be summarized, that the methods of restoration of architectural monuments are mainly based on the latest achievements of science and technology and together represent a *large and complex system of disordered structure*.

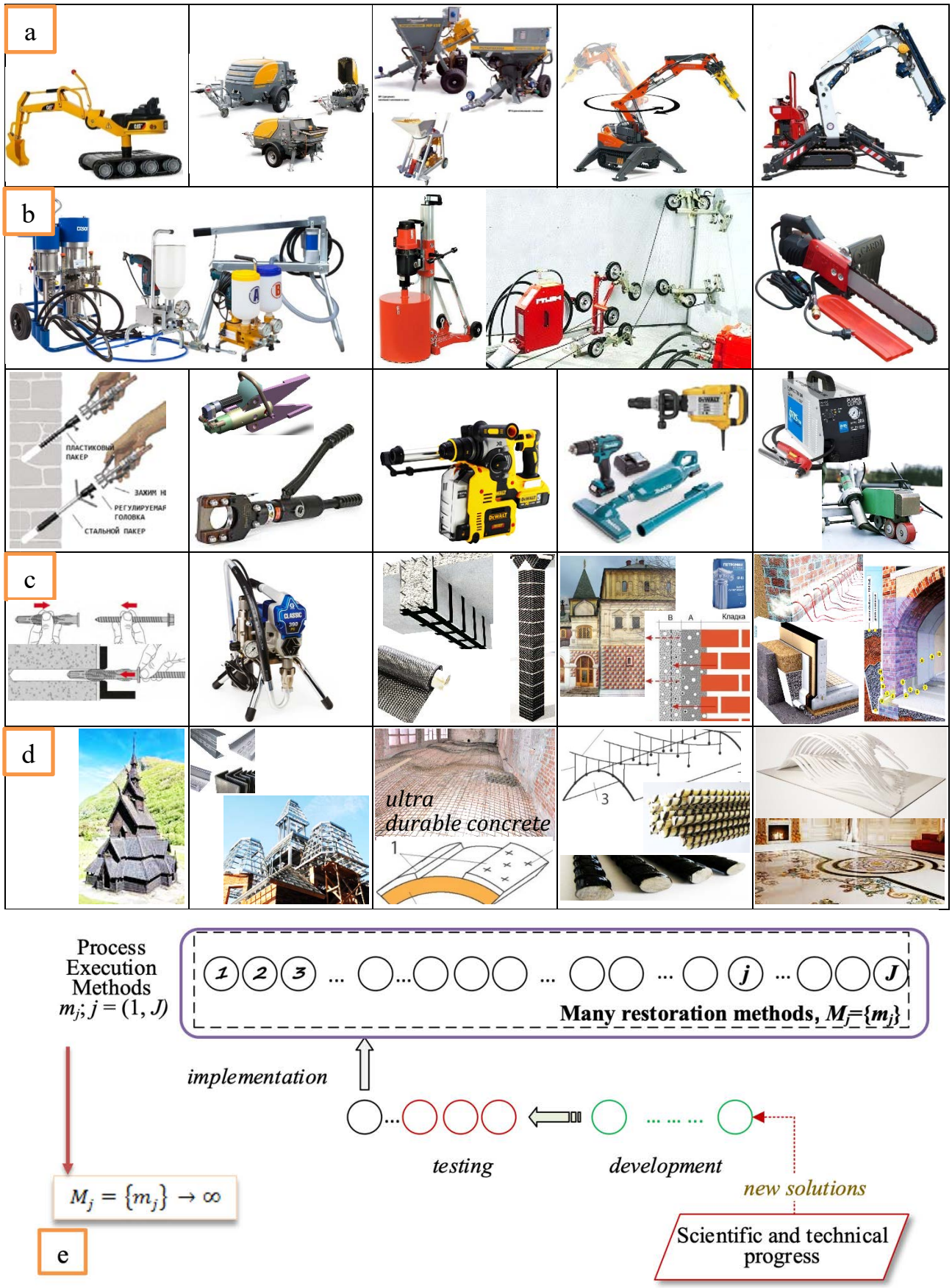


Fig. 3. New means of mechanization (a, b) and technologies for performing (c, d) restoration processes, significantly expanding the original set of restoration methods (e - structural and logical diagram)

REFERENCES

1. Osnovy tekhnolohii budivelnykh protsesiv / V.K. Chernenko, O.F. Osypov. V kn.: Tekhnolohiia budivelnoho vyrobnytstva: pidruchnyk / [V.K. Chernenko, M. H. Yarmolenko, HM. Batura ta in.]; za red. V.K. Chernenka, M.H. Yarmolenka. – K.: Vyshcha shk., 2002. – 430 s. {in Ukrainian}

2. Osypov O.F. Naukovo-metodolohichni osnovy proektuvannia tekhnolohii zvedennia monolitnykh konstruktsii i sporud [Tekst] / O.F. Osypov // Mis-tobuduvannia ta terytorialne planuvannia: nauk.-tekhn. zb. – K.: KNUBA, 2005. – Vyp. 21. – S. 237-244. {in Ukrainian}

3. Zakon Ukrainy vid 08.06.2000 № 1805-III «Pro okhoronu kulturnoi spa-dshchyny». http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1805-14 {in Ukrainian}

4. Restavratsiini, konservatsiini ta remontni roboty na pamiatkakh kulturnoi spadshchyny. DBN V.3.2-1-2004 / Derzhbud Ukrainy – Ofits. vyd. – K.: Ukra-rkhbudinform, 2005. – 124 s. {in Ukrainian}

5. Spysok ystorycheskykh naselennыkh mest Ukraynы (horoda y poselky horod-skoho typa). Postanovlenye Kabyneta Mynystrov Ukraynы ot 26 yiulia 2001 hoda, N 878, Kyev. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001 {in Russian}

6. International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964). II-nd International Congress of Archi-tects and Technicians of Historic Monuments, Venice, 1964. http://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf {in English}

7. Restavratsiini, konservatsiini ta remontni roboty na pamiatkakh kulturnoi spadshchyny. DBN V.3.2-1-2004 / Derzhbud Ukrainy – Ofits. vyd. – K.: Ukra-rkhbudinform, 2005. – 124 s. {in Ukrainian}

8. Altukhov A.S. Razrabotka proektov restavratsyy pamiatnykov arkhytektu-rы / A.S. Altukhov, V.Y. Baldyn // Metodyka restavratsyy pamiatnykov arkhytekturы: Posobye dlia arkhytektorov-restavratorov. – M.: Stroiyzdat, 1961. – S. 85 – 100. {in Russian}

9. Hendel Э.M. Ynzhenernыe raboty pry restavratsyy pamiatnykov arkhytek-turы / Э.M. Hendel. – M.: Stroiyzdat, 1980. – 200 s. {in Russian}

10. Bernhard V.R. Arky y svodы. Rukovodstvo k ustroistvu y raschetu aroch-nыkh y svodchatыkh perekrыtyi. Ch. I. Vыp. I. Tekst s dopolnen. / Bernhard V.R. – SPB: Typ. Эrlykh, 1901. – 198 s. {in Russian}

11. Beliaev L.A. Provedenye arkheolohycheskykh yssledovanyi pry restavratsyy pamiatnykov arkhytekturы / L.A. Beliaev. – M.: Spetsproektrestavratsyia, 1991. – 51 s. {in Russian}

12. Rekomendatsyy po tekhnolohyy restavratsyy arochnыkh konstruktsyi y svodov pamiatnykov arkhytekturы / sost. S.A. Osypov, V.K. Chernenko. – K.: KNUSA, 2012. – 44 s. {in Russian}

13. Systemy i materialy Ceresit™ dlia restavratsii, konservatsii ta vykonannia remontno-restavratsiinykh robit na pamiatkakh kulturnoi spadshchyny: Posi-bnyk / [Ie.K. Karapuzov, V.V. Laikin, O.M. Livinskyi ta in.] — K.: Vyshcha osvita, 2009. — 128 s. {in Ukrainian}

14. Bessonov B.H. Yssledovanye deformatsyi, raschët nesushchei sposobnosty y konstruktyvnoe ukreplenye drevnykh raspornыkh system / B.H. Bessonov. – M.: "Rosrestavratsyia", 1989. – 164 s. {in Russian}

15. Barbacci A. Il restauro dei monumenti in Italia. – Roma, 1956. – 427 p. {in English}

16. Borusiewicz W. Konserwacja zabytkow budownictwa murowanego. – War-szawa, 1971. – 228 p. {in Polish}

17. Poul Beckmann and Robert Bowles. Structural aspects of building conserva-tion. Oxford, 2004. – 341 p. {in English}

18. Restavratsyia zdanyi / [Kantakiuzyno, Shcherban, Brandt, Siuzen]; per. s anhl. A.H. Rappaporta; pod red. O.Y. Prutsыna. – M.: Stroiyzdat, 1984. – 264 s. {in Russian}

19. Restavratsyia pamiatnykov arkhytekturы: Ucheb. posobye dlia vuzov / [S.S. Podъiapolskyi, H.B. Bessonov, L.A. Beliaev, T.M. Postnykova; Pod obshch. red. S.S. Podъiapolskoho] 2-e yzd. – M.: Stroiyzdat, 2000. – 288 s. {in Russian}

20. Restavratsyia y arkhytekturnaia arkheolohyia: Novыe materyalы y yssledova-nyia / Vsesoiuzn. nauchno-yssled. yn-t teoryy arkh-rы y hradostroyt. (VNYYTAH); [Otv. red. A.L. Batalov, Y.A. Bondarenko] – M., 1991. – 240 s. {in Russian}

21. Analyz prychyn avaryi y povrezhdenyi stroytelnыkh konstruktsyi / Pod red. A.A. Shyshkyna. – M.: Stroiyzdat, 1973. – 287 s. {in Russian}

22. Chernenko V.K. Tekhnolohichni protsesy pry restavratsii arkovykh konstruk-tsii i sklepin pamiatok arkhitektury / V.K. Chernenko, S.A. Osypov // Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. Zbirnyk naukovykh prats. Vyp. 19. – Kyiv: KNUBA, 2014. – S. 175-185. {in Russian}

23. Rappoport P.A. Stroytelnoe proyzvodstvo Drevnei Rusy (X – XIII vv.) / P.A. Rappoport. – Sankt-Peterburh: «Nauka», 1994. – 158 s. {in Russian}

24. Mykhailovskyi E.V. Restavratsyia pamiatnykov arkhytekturы / E.V. Mykhai-lovskyi. – M.: Stroiyzdat, 1971. – 96 s. {in Russian}

25. Hrebeniuk H.Ie. Remont i restavratsiia zhytlovykh ta hromadskykh sporud — pamiatok arkhitektury / H.Ie. Hrebeniuk. — K.: Budivelnyk, 1996. – 288 s. {in Russian}

26. Orlenko M.I. Sviato-Volodymyrskyi sobor v Khersonesi: metodychni zasady i khronolohiia vidtvorennia: Monohrafiia / Orlenko M.I. – Kyiv: «Feniks», 2015. – 320 s. {in Ukrainian}

канд. техн. наук, доцент **Осипов С.О.**,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕТОДІВ РЕСТАВРАЦІЇ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ

У статті викладено результати аналізу та узагальнення сучасного стану технології та методів реставрації пам’яток архітектури. Показано, що перспективи розвитку будівельного комплексу України визначають необхідність у створенні та функціонуванні системи високоефективних технологій реставрації пам’яток архітектури, яка адаптована до специфічних характеристик і параметрів об’єкту та предмету реставрації. Формування такої системи здійснюється на принципах інноваційної ефективності технологій реставрації із множини існуючих технологій у будівельної галузі, яка, у свою чергу, формується під впливом загальносвітового прогресу у будівельно-технологічної сфері. Встановлений системний взаємозв’язок між різновидами реставрації та методами реставрації, як будівельно-технологічних систем.

Встановлений взаємозв'язок прийнятий в основу упорядкування системи методів реставрації пам'яток архітектури. Встановлено вплив науково-технічного прогресу в галузі будівництва на множинність методів виконання і механізації реставраційних процесів, як такої, що прямує до безкінечності, що переводить наявну систему методів у категорію великих, складних і відкритих систем, що мають неупорядковану структуру.

Ключові слова: технологія; реставрація; пам'ятники архітектури; методи виконання і механізації реставраційних процесів.

Список літератури

1. Основи технології будівельних процесів / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов. В кн.: Технологія будівельного виробництва: підручник / [В.К. Черненко, М.Г. Ярмоленко, Г.М. Батура та ін.]; за ред. В.К. Черненка, М.Г. Ярмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.

2. Осипов О.Ф. Науково-методологічні основи проектування технології зведення монолітних конструкцій і споруд [Текст] / О.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2005. – Вип. 21. – С. 237-244.

3. Закон України від 08.06.2000 № 1805-III «Про охорону культурної спадщини». http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1805-14

4. Реставраційні, консерваційні та ремонтні роботи на пам'ятках культурної спадщини. ДБН В.3.2-1-2004 / Держбуд України – Офіц. вид. – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 124 с.

5. Список исторических населенных мест Украины (города и поселки городского типа). Постановление Кабинета Министров Украины от 26 июля 2001 года, N 878, Киев. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001

6. International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites (The Venice Charter 1964). II-nd International Congress of Architects and Technicians of Historic Monuments, Venice, 1964. http://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf

7. Реставраційні, консерваційні та ремонтні роботи на пам'ятках культурної спадщини. ДБН В.3.2-1-2004 / Держбуд України – Офіц. вид. – К.: Укрархбудінформ, 2005. – 124 с.

8. Алтухов А.С. Разработка проектов реставрации памятников архитектуры / А.С. Алтухов, В.И. Балдин // Методика реставрации памятников архитектуры: Пособие для архитекторов-реставраторов. – М.: Стройиздат, 1961. – С. 85 – 100.

9. Гендель Э.М. Инженерные работы при реставрации памятников архитектуры / Э.М. Гендель. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.

10. Бернгард В.Р. Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. Ч. I. Вып. I. Текст с дополнен. / Бернгард В.Р. – СПБ: Тип. Эрлих, 1901. – 198 с.

11. Беляев Л.А. Проведение археологических исследований при реставрации памятников архитектуры / Л.А. Беляев. – М.: Спецпроектреставрация, 1991. – 51 с.

12. Рекомендации по технологии реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры / сост. С.А. Осипов, В.К. Черненко. – К.: КНУСА, 2012. – 44 с.

13. Системи і матеріали Ceresit™ для реставрації, консервації та виконання ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятках культурної спадщини: Посібник / [Є.К. Карапузов, В.В. Лайкін, О.М. Лівінський та ін.] — К.: Вища освіта, 2009. — 128 с.

14. Бессонов Б.Г. Исследование деформаций, расчёт несущей способности и конструктивное укрепление древних распорных систем / Б.Г. Бессонов. – М.: "Росреставрация", 1989. – 164 с.

15. Barbacci A. Il restauro dei monumenti in Italia. – Roma, 1956. – 427 p.

16. Borusiewicz W. Konserwacja zabytkow budownictwa murowanego. – Warszawa, 1971. – 228 p.

17. Poul Beckmann and Robert Bowles. Structural aspects of building conservation. Oxford, 2004. – 341 p.

18. Реставрация зданий / [Кантакьюзино, Щербан, Брандт, Сьюзен]; пер. с англ. А.Г. Раппапорта; под ред. О.И. Пруцына. – М.: Стройиздат, 1984. – 264 с.

19. Реставрация памятников архитектуры: Учеб. пособие для вузов / [С. С. Подъяпольский, Г. Б. Бессонов, Л. А. Беляев, Т. М. Постникова; Под общ. ред. С. С. Подъяпольского] 2-е изд. – М.: Стройиздат, 2000. – 288 с.

20. Реставрация и архитектурная археология: Новые материалы и исследования / Всесоюзн. научно-исслед. ин-т теории арх-ры и градостроит. (ВНИИТАГ); [Отв. ред. А.Л. Баталов, И.А. Бондаренко] – М., 1991. – 240 с.

21. Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций / Под ред. А.А. Шишкина. – М.: Стройиздат, 1973. – 287 с.

22. Черненко В.К. Технологічні процеси при реставрації аркових конструкцій і склепінь пам'яток архітектури / В.К. Черненко, С.А. Осипов // Управління розвитком складних систем. Збірник наукових праць. Вип. 19. – Київ: КНУБА, 2014. – С. 175-185.

23. Раппопорт П.А. Строительное производство Древней Руси (X – XIII вв.) / П.А. Раппопорт. – Санкт-Петербург: «Наука», 1994. – 158 с.

24. Михайловский Е.В. Реставрация памятников архитектуры / Е.В. Михайловский. – М.: Стройиздат, 1971. – 96 с.

25. Гребенюк Г.Є. Ремонт і реставрація житлових та громадських споруд — пам'яток архітектури / Г.Є. Гребенюк. — К.: Будівельник, 1996. – 288 с.

26. Орленко М.І. Свято-Володимирський собор в Херсонесі: методичні засади і хронологія відтворення: Монографія / Орленко М.І. – Київ: «Фенікс», 2015. – 320 с.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.178-191
УДК 711.163, 168; 454
д.т.н, професор **Плешкановська А.М.,**
ample_urban@ukr.net, ORCID: 0000-0001-9370-3570,
Інститут Урбаністики, м. Київ

РЕІНДУСТРІАЛІЗАЦІЯ 4.0 – ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ

Як захистити свою країну? Як відродити знищені міста? Як повернути людей до рідних домівок? Пошуком відповідей на ці питання переймаються фахівці різних спеціальностей та галузей економіки. В даній публікації наведені результати дослідження, спрямованого на формулювання можливих напрямів відновлення та подальшого розвитку урбанізованих територій, постраждалих в ході російсько-української війни.

Проведений аналіз дозволив виділити наступні типологічні групи об'єктів відновлення: окремо або групами розташовані поодинокі будівлі й споруди різного функціонального призначення; окремі планувальні утворення житлово-громадського та промислово-виробничого призначення в межах та поза межами населених пунктів; цілісні міські та сільські поселення; значні за площею ділянки незабудованих територій поза межами населених пунктів. Кожен потенційний тип об'єктів відновлення вимагає специфічних моделей і методів реконструкції.

Визначено основні проблемні аспекти та сформульовані можливі напрями забезпечення реалізації програм відновлення та подальшого розвитку територій і цілісних населених пунктів. Встановлено, що базою економічного відродження країни має стати процес реіндустріалізації на базі формування новітніх промислових утворень – індустріальних та інноваційних парків, промислових і виробничих підприємств військово-оборонного комплексу, навчальних закладів середньої та вищої технічної освіти.

Зазначено, що процес відновлення зруйнованих урбанізованих просторів має поєднуватись із завданнями комплексної реконструкції забудованих і незабудованих територій, цілісних поселень з урахуванням сучасних тенденцій – екологічності, збалансованості, поліфункціоналізації, інклюзивності та комфортності міського середовища, забезпечення жорстких вимог захисту цивільного населення.

Ключові слова: урбіцид; програма відновлення; відновлення населених пунктів; розвиток територій; реіндустріалізація; комплексна реконструкція міста; реконструкція забудови.

Постановка проблеми. Географічне розташування сучасної України майже в геометричному центрі Європи на перетині основних торговельних шляхів обумовило надзвичайно великий інтерес та намагання заволодіти цією територією. Протягом віків поселення на її теренах зазнавали нищівного військового руйнування спершу від монголо-татарських орд, а пізніше – кримськотатарських та турецьких військ. Навіть у в XVI-XVIII ст., Внаслідок татарських набігів, приблизно що двадцять років кожне невеличке українське поселення зникало. Відродження та існування таких поселень, як і містечок, вимагало постійних відновлювальних реконструктивних заходів [1].

Наступний період масового руйнування українських міст пов'язаний з наслідками І світової війни, революційних подій 1917 р. та громадянської війни 1917-1921 років. В цей період руйнувань, переважно в західноукраїнських містах, зазнали до 40% житлових і громадських будинків, майже 2000 підприємств. Загинуло до 500 тис. осіб [2, 3]. Проте, наслідки ІІ світової війни стали найкатастрофічнішими. Хвиля війни двічі прокотилась територією України, завдавши нищівної руйнації. 28000 сіл, 714 міст і селищ міського типу (40% усіх міських поселень Радянського Союзу) були зруйновані, а 250 з них повністю знищені. Зруйновано 2 млн будинків, внаслідок чого понад 10 млн людей залишилися без домівки. Київ було знищено на 85%, Харків – на 70%, великої розрухи зазнали Дніпро, Запоріжжя, Полтава, та інші. Оцінка матеріальних збитків становила 285 млрд рублів (в цінах 1941 р.) – понад 40 % усього збитку СРСР [4].

Навий виток військової агресії, розпочатий у 2014 р., та подальша повномасштабна російсько-українська війна 2022-2023 років призвели до того, що під тимчасову російську окупацію потрапило понад 125 000 кв. км, або близько 20,7 % території, в межах якої розташовано 3 649 населених пунктів України. За даними Київської школи економіки станом на червень 2023 року загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів досягла 87 млн кв. м (близько 167,2 тис. будинків, з них 147,8 тис. – приватні й 19,1 тис. – багатоквартирні), що складає 8,6% від загальної площі житлового фонду країни та оцінюється у $55,9 млрд. Пошкоджено майже 3,4 тисячі закладів освіти [5, 6].

З-поміж міст найбільше зруйнованих та пошкоджених житлових будинків у Маріуполі, Харкові, Чернігові, Сєвєродонецьку, Рубіжному, Бахмуті, Мар'їнці, Лисичанську, Попасній, Ізюмі та Волновасі. До прикладу, за попередніми оцінками, у Сєвєродонецьку пошкоджено 90% житлового фонду, такі міста як Бахмут і Мар'їнка майже не мають непошкоджених будівель.

На другому місці за сумою збитків ($36,6 млрд) є сфера транспортної інфраструктури, дорожнє господарство, залізнична інфраструктура –

19 аеродромів і цивільних аеропортів, 126 залізничних вокзалів і станцій. Пошкоджено або зруйновано щонайменше 426 великих і середніх підприємств ($11,4 млрд). Збитки, завдані енергетичній інфраструктурі, сягнули $8,8 млрд [5].

Проте, на заміну кожного історичного періоду катастрофічного спустошення України приходив етап відновлення й розвитку – активної розбудови південно-східної частини кінця XVIII-XIX століття; формування потужного індустріального потенціалу у 30-і роки XX ст.; відродження народного господарства й українських міст і сіл після II світової війни [3]. Масштабні пошкодження і, навіть, тотальне руйнування поселень не означає їх безповоротну загибель. Як каже українська поетеса Л. Костенко: *«І все на світі треба пережити, бо кожен фініш – це по суті старт…».*

Навпаки, жахлива ситуація, яка має місце наразі, відкриває унікальні можливості кардинальним чином змінити наші міста і нашу країну на засадах найпередовіших принципів розвитку міст і територій. Надія на відновлення країни базується на очікуванні істотних репарацій та інвестиційних надходжень з-за кордону після закінчення активної фази війни. Проте, країна має формувати власну економічну базу відродження та потужний військово-оборонний потенціал для захисту свого майбутнього. Це вимагатиме нової хвилі індустріального розвитку, а фактично, індустріального відродження на засадах неоекономіки – *реіндустріалізації 4.0* – зважаючи на тенденції функціонального переосвоєння та забудови міських територій останніх років.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика відновлення зруйнованих будівель і споруд, фрагментів міського плану й цілісних населених пунктів надзвичайно широко представлена теоретичними роботами та досвідом практичної реалізації як закордонних, так і вітчизняних науковців і проєктантів.

Сучасні вимоги до формування міського середовища вимагають аналізу особливостей просторово-планувальної організації урбанізованих просторів різного ієрархічного рівня на основі впровадження інноваційних принципів smart-city. Ці питання активно досліджувались урбаністами за кордоном і на вітчизняних теренах. Можна згадати роботи таких вчених, як – Bonciu F., Moavenzadeh J., Seisdedos G., Sucher D., Xiaohong R. Та ін., а також вітчизняних дослідників – Гайко Ю.І., Гнатченко Є.Ю., Махначова Н.М., Мунько А.Ю., Богун Л.В., Пінь А.М., Плешкановська А.М., Поліщук В.Г., Севастьянов Р.В., Удовиченко О.С., Унінець І.М., Чорненька Н.В. та багато інших.

Окремим напрямом аналізу стали принципи та можливі моделі формування інноваційної інфраструктури, новітніх промислових утворень як економічної основи відновлення міст, постраждалих внаслідок військової

агресії. Цей аспект представлений роботами Дзиби В.О., Захарченко В.І., Іщенко Ю.Д., Король Є., Куценко В І., Лилуєвої О.В., Мазур Т.,, Пастушенко М.А., Петришин Г.П., Рудь Н.Т., Ткач С.М., Шебек Н.М. та ін.

Метою публікації є висвітлення результатів дослідження проблематики та можливих напрямів відновлення та подальшого розвитку територій й окремих населених пунктів України, постраждалих в ході повномасштабної російсько-української війни, на засадах впровадження інноваційних принципів формування урбанізованих територій різного функціонального призначення.

Основна частина.

Російсько-українська війна ще продовжується, але проблема відновлення країни вже активно обговорюється. На законодавчому рівні введено новий вид документації – *програма комплексного відновлення області, території територіальної громади*, якою має бути визначено основні просторові, містобудівні та соціально-економічні пріоритети політики відновлення територій (Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності», [7]).

За масштабом, характером і рівнем пошкоджень і руйнувань, завданих об’єктам містобудування внаслідок військових дій, можна виділити п’ять типологічних груп:

1) окремо або групами розташовані поодинокі будівлі й споруди різного функціонального призначення як в межах, так і поза межами населених пунктів;

2) масово розташовані зруйновані об’єкти житлово-громадської забудови, що формують цілісні планувальні утворення (квартали, мікрорайони, житлові комплекси):

3) будівлі і споруди виробничого, комунально-складського призначення й транспортного призначення, що формують цілісні функціонально-планувальні утворення (промислово-виробничі підприємства, потужні інженерно-інфраструктурні та транспортно-логістичні об’єкти й комплекси тощо);

4) окремі цілісні міські (переважно малі та середні) та сільські населені пункти, переважна більшість об’єктів яких зазнали істотних пошкоджень і руйнувань;

5) значні за площею ділянки незабудованих територій поза межами населених пунктів (сільськогосподарського призначення, лісового й водного фонду, природно-заповідного фонду тощо).

Очевидно, що формування *«Програми відновлення»* для конкретної адміністративно-територіальної одиниці вимагатиме урахування сукупності факторів і умов для розроблення унікальної моделі реалізації такої програми. Далеко не завжди доцільно проводити заходи саме з *відновлення* пошкоджених

об'єктів. Навіть Законом передбачено необхідність «…обґрунтування технічної можливості, економічної доцільності відновлення пошкоджених об'єктів шляхом виконання робіт з реконструкції, реставрації, капітального чи поточного ремонту, а також шляхом нового будівництва об'єктів замість тих, що зазнали пошкоджень або зруйновані» (ЗУ [7], ст. 15^1, ст. 15^2).

Кардинальне для деяких територіальних громад падіння чисельності населення у поєднанні з катастрофічним станом зруйнованості окремих населених пунктів висуває на перший план питання – а чи доцільно взагалі відновлювати об'єкти того, чи іншого населеного пункту в їх первинному (довоєнному) вигляді та функції? Якщо мова йде про відновлення найбільш постраждалих територій, то на загальнодержавному рівні першим кроком має стати проблема обґрунтування черговості відновлення тих чи інших поселень. І саме в такому випадку слід ставити питання не просто про «відновлення», а про формування на базі колишнього зруйнованого населеного пункту поселення, просторово-планувальна організація якого буде базуватися на новітніх принципах і уявленнях про сучасний урбанізований простір із використанням технологій smart-city.

Ситуація, що склалась в Україні, надає унікальну можливість широкого спектра реалізації великомасштабних програм з відновлення й подальшого розвитку постраждалих територій. Інакше кажучи – реалізації державних і девелоперських проєктів відновлення й розвитку.

Напрями перспективного розвитку територій, що зазнали нищівного впливу повномасштабної військової агресії.

Надія на відновлення країни базується на очікуванні істотних репарацій та інвестиційних надходжень з-за кордону після закінчення активної фази війни. Проте країна має формувати власну економічну базу. На перший план вийде питання вибору того чи іншого проєктного рішення великомасштабного проєкту, спрямованого на відновлення й розвиток об'єктів і територій, та вимагатиме урахування, щонайменше, наступних факторів:

1. *Просторова локалізація зруйнованого об'єкта відновлення того чи іншого типу або земельної ділянки перспективного розвитку.*

Останнє десятиліття спостерігається стала тенденція до кардинальної зміни економічного спрямування окремих регіонів. Традиційна індустріальна спрямованість східної частини країни (Донбас, див. Рис. 1) починаючи з 2014 р. поступово втрачала свій потенціал, поступаючись центральному і західному регіонам. Прийняття у 2012 році Закону України «Про індустріальні парки» започаткувало активний процес формування мережі об'єктів інноваційної інфраструктури – індустріальних парків. Про це свідчить, зокрема, статистика їх створення. Станом на початок 2023 року в Україні зареєстровано

60 індустріальних парків, переважна більшість яких локалізована в центральному і західному регіонах країни (див. Рис. 1).

Рис. 1. Економічна карта України. Схема розміщення промисловості станом на початок 2006 р. Джерело: https://www.wikiwand.com

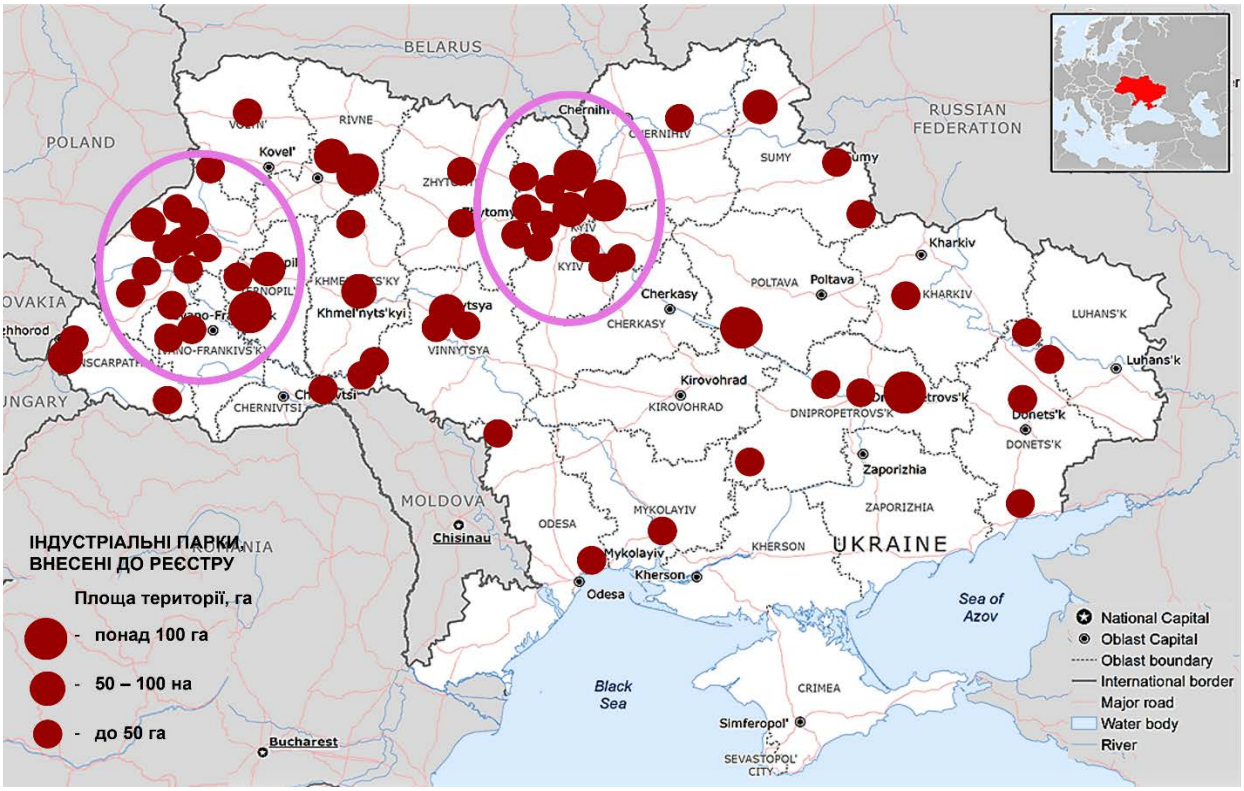


Рис. 2. Схеми локалізації індустріальних парків станом на 2023 р. Джерело: власні графічні матеріали.

Додатковим поштовхом цьому процесу стала урядова Програма релокації підприємств, метою якої є «зберегти стійкість економіки України шляхом переміщення підприємств із територій, що наближені або перебувають у зоні бойових дій, до безпечніших регіонів Заходу України.». Зокрема, лише за 2022 рік в західному регіоні створено 14 із 60 індустріальних парків [8].

Крім того, зважаючи на високу ймовірність тривалого ризику продовження військової агресії РФ, відновлення зруйнованих і створення нових потужних економічно необхідних і інвестиційно привабливих об'єктів доцільно розглядати поза межами можливого масованого артилерійського обстрілу (відстань близько 50-100 км від кордону Росії та Білорусі). Кардинальна зміна економічної спрямованості регіонів істотно впливатиме на соціально-трудовий потенціал тих чи інших регіонів порівняно із довоєнним. Відповідно, питання щодо простого відновлення населених пунктів у їх первинному статусі, де були концентровані ті чи інші потужності промисловості та населення, яке відносилося до категорії містоутворювального, є некоректним з самого початку.

Наступним кроком стане вибір принципової моделі територіально-просторової організації об'єктів інноваційної інфраструктури як основи формування індустріального потенціалу оновленої країни. У світі виділяють чотири принципові моделі [9, 10]:

– *європейська модель* – концентроване розміщення сукупності невеликих дослідницьких установ в одній будівлі, орієнтованих на найскоріше отримання та впровадження наукових результатів у виробництво;

– *американська модель* – основу якої утворюють потужні об'єкти, діяльність яких базується на результатах наукових досліджень учених з університетських лабораторій, дослідницьких і проєктних інститутів, що тісно пов'язані із промисловістю («наукові парки», «дослідницькі парки», «інкубатори»);

– *японська модель* – передбачає будівництво нових малих міст, основу яких утворюють інноваційні кластери (так звані «технополіси», «іннополісів», інноваційні міста);

– *змішана модель* – поєднує ознаки японської й американської моделей.

2. *Наявність оновленої транспортної та інженерної інфраструктури реформованої з урахуванням нового розподілу логістичних потоків.*

Географічне розташування України обумовило надзвичайно вигідні умови для забезпечення зв'язків з країнами Європи й Азії. За коефіцієнтом транзитності транспортної інфраструктури з перевезення вантажних і пасажирських потоків Україна посідала 1-ше місце в Європі (дослідження англійського інституту «Рендел») [11]. Через територію України проходять ділянки чотирьох міжнародних транспортних коридорів (МТК), див. Рис. 3.

Рис. 3. – Схема міжнародних транспортних коридорів на території України.
Джерело: https://geografiamozil2.jimdofree.com

Два широтних коридори:

– *МТК-3 (Берлін-Київ)* – забезпечує головні зв'язки України із західноєвропейськими країнами – з Польщею та Німеччиною, може бути продовжений до Харкова. До війни розглядалась можливість його продовження далі через Волгоград у Центральну Азію, що наразі неможливо;

– *МТК-5 (Трієст-Львів)* – поєднує Київ із шістьма країнами Європи й має вихід до Адріатичного узбережжя передбачалось його продовження у східному напряму із встановленням нових зв'язків з Кореєю, Японією, Китаєм та іншими країнами Азійського регіону.

Водний коридор:

– *МТК-7 (Дунайський водний шлях)* – сполучає Україну з країнами Європи: Німеччина, Австрія, Угорщина, Хорватія, Сербія, Болгарія, Болгарія, Румунія та Молдова. Порти, що залучені на території України, – Ізмаїл та Рені.

Найбільших меридіональний коридор коридори, що сполучає узбережжя Балтійського моря з берегами Чорного та Середземного морів:

– *МТК-9 (Скандинавія-Україна-Південна Європа)* – мав стати завершальним елементом формування Великого європейського комунікаційного кільця Стокгольм-Гамбург-Лісабон-Трієст-Бухарест-Київ-Москва-Гельсінкі й далі морським поромом до Стокгольма. Територією України він проходить через міста Чернігів-Київ-Умань-Одеса.

Крім того, Україна пропонувала включити до мережі МТК ще три:

– *«Європа – Азія»* (від Німеччини до Китаю). Його ще називають «Великим Шовковим шляхом XXI сторіччя», що охоплює 16 країн;

– *«Євразійський»* (Чорноморського економічного співробітництва) (Чорноморськ – Поті (Батумі) – Тбілісі – Баку); та

– *Гданськ – Одеса* (Балтійське море – Чорне море).

Проте, сформована та перспективна система міжнародних і національних транспортних коридорів країни має зазнати суттєвих змін. Значна кількість колишніх транспортних зв'язків, орієнтованих на Росію, втрачає сенс, перетворюючи окремі населені пункти, наближені до її кордонів, на «тупикові». Зокрема, це стосується навіть такого міста як Харків (40 км від кордону), яке набагато років вперед стає надто ризиковим для інвестування.

3. *Актуальна чисельність та соціально-демографічна структура населення.*

Загальна (довоєнна) тенденція падіння рівня народжуваності, обумовлена демографічною «ямою» та складною політико-економічною ситуацією в країні, з початком повномасштабної російсько-української війни істотно погіршилась. Активні бойові дії та масовані обстріли населених пунктів призвели до загибелі сотень тисяч людей, мільйонних як внутрішніх, так і зовнішніх міграційних потоків,

Ще до початку війни через міграційний коридор до країн Європи з України у 2020 році виїжджало на роботу, навчання та проживання близько 6 мільйонів або біля 12 % громадян України (або біля 18 % працездатного населення). Серед зовнішньої міграції переважала трудова (70-80 %), утворюючи грошовими переказами до 10 % ВВП країни (до $ 15 млрд.) [12].

Наразі, за оцінкою фахівців Інституту демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України чисельність населення становить приблизно 34-35 млн осіб, а до 2030 року може скоротитися до 30 млн осіб. За даними Управління Верховного комісара ООН у справах біженців, від початку війни за кордон виїхали понад 6,2 млн українців (цією ж цифрою оперує українське мінекономіки). Із них понад 5,8 млн опинилися у Європі. Кількість внутрішніх переміщених осіб в самій Україні оцінюють у 5 млн людей. Понад третина із усіх українських біженців за кордоном – це неповнолітні.

Серед внутрішніх міграційних потоків в Україні за останні 10 років можна виділити дві основні хвилі. Перша хвиля внутрішньої вимушеної міграції – внаслідок агресії Росії на сході України та анексії Криму в 2014 році. Загальна кількість внутрішньо переміщених осіб внаслідок цих подій склала на червень 2016 року 1 026,2 тис. осіб. Ступень внутрішньої міграції характеризується значною географічною нерівномірністю в різних регіонах країни

Така сумна динаміка вимагає перегляду основних положень Генеральної

схеми планування території України з метою формування актуальної системи розселення та мережі населених пунктів. Прогнозування та будівництво потужної промислово-виробничої бази відновлення та подальшого розвитку країни як мережі об'єктів інноваційної інфраструктури має включати ретельний аналіз соціально-демографічної складової програми реіндустріалізації. Не лише кількість населення, а й рівень його освіти та кваліфікації має відповідати функціональній спрямованості того чи іншого проєкту.

Нагальна потреба у розвитку індустріального потенціалу країни обумовлює необхідність підвищення рівня професійно-технічної освіти наявного населення. Виникає потреба обов'язкового створення у складі потужних промислових утворень власних навчальних закладів вищої та середньої професійно-технічної освіти (інститут, технікум, училище, професійно-технічне училище, училище-завод, вище професійне училище, навчально-виробничий центр тощо).

4. *Істотна трансформація структури попиту на ринку нерухомості як перспектива для вкладання інвестицій.*

Якщо протягом останніх 15-20 років переважала реалізація девелоперських проєктів житлового будівництва як на вільних територіях, так і на територіях колишніх промислово-виробничих і комунальних об'єктів, то після закінчення активних бойових дій і, навіть, вже зараз істотно зростає потреба у розвитку підприємств військово-промислового профілю та супутніх виробничих об'єктів, що мають забезпечити власний захист країни.

Формування промислових утворень на базі новітніх технологічних процесів і просторово-планувальних рішень із використанням підземного простору дозволяє істотно зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та утворювати компактні багатофункціональні комплекси – індустріальні та інноваційні парки.

Структура попиту безпосередньо пов'язана з соціально-демографічною структурою населення, рівнем та напрямом професійної підготовки, кваліфікації і доходів.

5. *Необхідність урахування оновленої нормативно-правової бази проєктування*

Останні кілька років відзначились кардинальними змінами у нормативно-правовій базі розроблення як документації із просторового планування, так і проєктної документації окремих об'єктів. Здавалося б, найпростіше за формулюванням завдання на сучасному етапі – відновлення окремо розташованих або згрупованих в межах населених пунктів житлових і нежитлових будівель – не можливо розглядати як просту відбудову колишнього об'єкта.

Намагання убезпечити населення від наслідків можливих ракетних і артилерійських обстрілів обумовило необхідність обов'язкового урахування вимоги щодо забезпечення безпеки цивільного населення відповідно до ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» [13, 14].

Відбудова будь-якого об'єкта, на якому постійно перебуватимуть понад 50 фізичних осіб або періодично перебуватимуть понад 100 фізичних осіб, вимагає обов'язкового урахування інженерно-технічних заходів цивільного захисту, створення відповідних укриттів, сховищ чи має передбачати можливість подвійного використання окремих приміщень об'єкта. Таким чином, відбудова за попереднім проєктом може стати неможливою й потребуватиме нових проєктних рішень.

Страшні наслідки російсько-української війни створили унікальну можливість переосмислення та практичної реалізації сучасних підходів до формування міського простору при його відновленні – поліфункціоналізація використання територій, безпечність, екологічність і інклюзивність міського середовища.

Висновки. Запорукою успішної реалізації програм і проєктів відновлення та подальшого розвитку територій має стати формування потужної економічної бази та власного військово-оборонного комплексу країни на основі оновленого промислово-виробничого комплексу – *реіндустріалізація 4.0*.

Вибір стратегії та тактики реалізації програми для кожного типу потенційних об'єктів відновлення та реконструкції (окрема будівля чи споруда, окреме планувальне утворення чи цілісний населений пункт) повинен гуртуватися на аналізі наступних базових аспектів:

– просторова локалізація зруйнованого об'єкта відновлення того чи іншого типу або земельної ділянки перспективного розвитку;
– наявність оновленої транспортної та інженерної інфраструктури;
– актуальна чисельність та соціально-демографічна структура населення;
– аналіз структури попиту на ринку нерухомості;
– та оновленої нормативно-правова база проєктування.

Список використаних джерел

1. Rulikowski E. *Opis Powiatu Wasylkowskiego Pod względem Historycznym, Obyczajowym i Statystycznym, Warszawa*, 1853. 243. Режим доступу: https://polona.pl/item/opis-powiatu-wasylkowskiego-pod-wzgledem-historycznym-obyczajowym-i-statystycznym,MTY3NTY1Mw/3/#info:metadata

2. Гісем О. В., Мартинюк О. О. *Історія України. Наочний путівник*, Київ, Харків, 2007. 152 с.

3. Плешкановська А. М., Савченко О. Д. *Епохи та міста*. Київ: Логос. Інститут урбаністики, 2019. 264 с.

4. 1939-1945. Пам'ятаємо. Перемагаємо, 2016. Режим доступу: https://thailand.mfa.gov.ua/news/36145-19391945-pamjatajemo-peremagajemo

5. Звіт про прямі збитки інфраструктури, непрямі втрати економіки від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України, та попередня оцінка потреб України у фінансуванні відновлення. КШЕ, 2023. 73 с. Режим доступу: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/07/NRC_CLEAN_Final_Jul1_Losses-and-Needs-Report.pdf

6. Устінова І. І., Плешкановська А. М. Урбіцид та повоєнне відновлення житлової забудови міст України: досвід та перспективи. *Грааль науки*, 2022. № 23, С. 463–471. DOI. https://doi.org/10.36074/grail-ofscience.23.12.2022.82

7. Про регулювання містобудівної діяльності. Закон України від 17.02.2011 р. № 3038-VI. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17/print

8. Індустріальні парки в Україні. Міністерство економіки України. Режим доступу: https://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=6463d3ba-aa13-4e54-8db9-0f36642c43d9&tag=IndustrialniParkiVUkraini

9. Шебек Н. М., Дзиба В. О. Передумови територіально-просторової організації інноваційної інфраструктури. *Регіональна політика: політико-правові засади, урбаністика, просторове планування, архітектура*. Вип. V. Мат-ли Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 22.11.2018 р. Київ, 2019.Ч.1. С. 33-37.

10. Pleshkanovska A. Innovation-Based City as a Result of the Evolution of the Smart City Spatial Organization. *Science and Innovationiu*. Vol. 17(6). 2021. 110-122.

11. Любохинець Л.М. Розвиток транзитних перевезень в Україні. Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. 2010. № 28. С. 219-227.

12. World Migration Report 2022. *IOM un Migration.* 522 p. Режим доступу: https://publications.iom.int/books/world-migration-report-2022

13. Плешкановська А. М. (2013). *Методологія комплексної реконструкції міста* : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.23.20. Київ, 2013. 40.

14. ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту». Режим доступу: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2023/08/DBN_V_2_2_5-2023.pdf

Doctor of Technical Sciences, Professor **Alla Pleshkanovska**,
Institute of Urban Planning, Kyiv

REINDUSTRIALIZATION 4.0 IS THE BASIS FOR THE IMPLEMENTATION OF RENEWAL AND PROSPECTIVE DEVELOPMENT OF THE TERRITORIES.

How to protect your own country? How to revive destroyed cities? How to return people to their homes? Experts from various specialties and sectors of the economy are looking for answers to these questions. This publication presents the results of a study aimed at formulating possible directions for the restoration and further development of urban areas damaged during the Russian-Ukrainian war.

The analysis made it possible to identify the following typological groups of objects: single buildings and structures of different functional purposes are located separately or in groups; separate planning formations for housing, public and industrial purposes within and outside the boundaries of settlements; integral urban and rural settlements; significant areas of undeveloped areas outside populated areas.

Each potential ttype of restoration object requires specific reconstruction models and methods.

The main problematic aspects are identified and possible directions for ensuring the implementation of restoration programs and further development of territories and settlements are formulated. It has been established that the basis for the economic revival of the country should be the process of reindustrialization based on the formation of the latest industrial formations – industrial and innovation parks, industrial and production enterprises of the military-defense complex, educational institutions of secondary and higher technical education.

It is noted that the process of restoring destroyed urban spaces should be combined with the tasks of a comprehensive reconstruction of built-up and undeveloped territories, integral settlements, considering modern trends - environmental friendliness, balance, multi-functionality, inclusiveness, and comfort of the urban environment, as well as ensuring strict requirements for the protection of the civilian population.

Keywords: urbicide; restoration program; restoration of settlements; development of territories; reindustrialization; comprehensive reconstruction of the city; reconstruction of buildings.

REFERENCES

1. Rulikowski E. *Opis Powiatu Wasylkowskiego Pod względem Historycznym, Obyczajowym i Statystycznym, Warszawa*, 1853. 243. Retrieved from: https://polona.pl/item/opis-powiatu-wasylkowskiego-pod-wzgledem-historycznym-obyczajowym-i-statystycznym,MTY3NTY1Mw/3/#info:metadata {in Polish}

2. Gisem O. V., Martyniuk O. O. History of Ukraine. Visual guide, Kyiv, Kharuiv, 2007. 152. {in Ukrainian}

3. Pleshkanovska A. M., Savchenko O. D. *Epokhy ta mista.* K.: Logos. Institutum Urbanismi, 2019. 264 p. {in Ukraine)

4. 1939-1945. We Remember. We are Winning, 2016. Retrieved from: https://thailand.mfa.gov.ua/news/36145-19391945-pamjatajemo-peremagajemo {in Ukrainian}

5. Report on direct damage to infrastructure, indirect losses of the economy destroyed as a result of Russia's military aggression against Ukraine, and a preliminary assessment of Ukraine's needs for financing reconstruction. KSE,. Retrieved from: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/07/NRC_CLEAN_Final_Jul1_Losses-and-Needs-Report.pdf {in Ukrainian}

6. Ustinova I.I., Pleshkanovska A.M. Urbicide and post-war reconstruction of residential buildings in Ukrainian cities: experience and perspectives. *The grail of*

science, 2022. No. 23, pp. 463–471. DOI. https://doi.org/10.36074/grail-ofscience.23.12.2022.82 {in Ukrainian}

7. On the regulation of urban planning activities. Law of Ukraine dated 17.02.2011 No. 3038-VI. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17/print {in Ukrainian}

8. Industrial parks in Ukraine. Ministry of Economy of Ukraine. Retrieved from: https://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=6463d3ba-aa13-4e54-8db9-0f36642c43d9&tag=IndustrialniParkiVUkraini {in Ukrainian}

9. Shebek N.M., Dzyba V.O. Prerequisites of territorial and spatial organization of innovative infrastructure. *Regional policy: political and legal foundations, urban planning, spatial planning, architecture*. Vol. 5. International science and practice conference, Kyiv, November 22, 2018. Kyiv, 2019. Part 1. pp. 33-37. {in Ukrainian}

10. Pleshkanovska A. Innovation-Based City as a Result of the Evolution of the Smart City Spatial Organization. *Science and Innovationiu*. Vol. 17(6). 2021. pp. 110-122. {in English}

11. Lyubokhinets L.M. Development of transit transportation in Ukraine. *Problems of improving infrastructure efficiency*, 2010. No. 28. pp. 219-227. {in Ukraine)

12. World Migration Report 2022. *IOM un Migration.* 522 p. Retrieved from: https://publications.iom.int/books/world-migration-report-2022 {in English}

13. Pleshkanovska A. M. (2013). *Methodology of complex reconstruction of the city* [Metodolohiia kompleksnoi rekonstruktsii mista]: autoref. thesis ... Dr. technical Sciences: 05.23.20. Kyiv, 2013. 40. {in Ukrainian}

14. DBN B.2.2-5:2023 "Protective structures of civil defense". Retrieved from: https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2023/08/DBN_V_2_2_5-2023.pdf {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.192-200
УДК 538.69.331.45

д.т.н., професор **Сукач С.В.,**
sergvs69@ukr.net, ORCID: 0000-0002-6834-0197,
к.т.н., доцент **Рєзнік Д.В.,**
2411dimareznik@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1258-6136,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕКРАНУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

Розглянуто основні засади підвищення коефіцієнтів екранування електромагнітних полів композиційними матеріалами. Показано, що захисні властивості у низькочастотній та високочастотній областях електромагнітного спектра забезпечуються різними фізичними механізмами. Тому, для забезпечення прийнятних захисних властивостей необхідно узгодити співвідношення електрофізичних і магнітних властивостей матеріалів на основі компромісних рішень. Головною умовою у процесі проєктування матеріалів є врахування сильної частотної залежності діелектричної та магнітної проникностей частинок наповнювачів. Для прогнозування необхідного об'ємного вмісту екрануючого наповнювача у діелектричній матриці можливо застосовувати формули Максвелла-Гарнета, Оделевського, Лорентца. При цьому слід враховувати, що розбіжності між розрахунковими і експериментальними результатами складають не менше 20 %. Для одночасного ефективного екранування електромагнітних полів наднизької частоти та ультрависоких частот матеріал повинен мати як достатні магнітні властивості, так і прийнятну електропровідність. Це можливо досягти за рахунок оброблення вихідної суміші із вмістом феромагнітних частинок постійним магнітним полем напруженостями 200–300 А/м. За упорядкування розташування екрануючих частинок у тілі композиту утворюються кола провідності. За вмісту екрануючого матеріалу 12–16 % за об'ємом досягається перколяційний ефект – різке підвищення електропровідності матеріалу і підвищення захисних властивостей. Кількість наповнювача залежить не тільки загального об'єму, а й від розмірів окремих частинок. Таким чином досягається одночасне екранування як магнітної складової електромагнітного поля промислової частоти, так і електромагнітних полів ультрависоких і вищих частот. Показано, що доцільно дослідити можливість упорядкування у тілі композиту немагнітних частинок за рахунок оброблення вихідної суміші електричним полем.

Ключові слова: композиційний матеріал; електромагнітна безпека; екранування; електрофізичні властивості.

Вступ. Розроблення і впровадження сучасних засобів екранування електромагнітних полів широкого спектра є одним з пріоритетних напрямів робіт з електромагнітної безпеки. Це пояснюється тим, що екрануючі матеріали застосовуються не тільки для захисту людей у виробничих та побутових умовах, а і для забезпечення електромагнітної сумісності електричного та електронного обладнання і технічного захисту інформації. Найбільш прийнятними екрануючими матеріалами є композиційні матеріали. Їх перевагами є регульованість ефективності (коефіцієнтів екранування) та можливість зниження внеску у загальний коефіцієнт екранування за рахунок відбиття електромагнітних хвиль. Але розроблення і впровадження таких матеріалів зустрічається з низкою проблем: недостатня ефективність у певних діапазонах частот, значні товщини за великих коефіцієнтів екранування та висока вартість. Ці проблеми взаємно пов'язані: забезпечення широкосмуговості матеріалу призводить до необхідності збільшення кількості екрануючих компонентів, що ускладнює технології виготовлення і підвищує вартість кінцевого продукту. Зменшення товщини автоматично знижує коефіцієнти екранування за рахунок поглинання електромагнітної енергії, а підвищення електропровідності матеріалу збільшує коефіцієнти відбиття електромагнітних хвиль. Очевидно, що у таких умовах для підвищення ефективності матеріалів існують два шляхи: розроблення матеріалів для конкретної електромагнітної обстановки з урахуванням переважних частот електромагнітних полів, які потребують екранування, або пошук компромісу, тобто раціоналізація критичних параметрів композиції, що забезпечить прийнятну ефективність матеріалу у широкому частотному діапазоні. З огляду на складність електромагнітної обстановки у сучасних будівлях і спорудах, принаймні промислових, актуальною задачею є визначення засобів підвищення ефективності композицій без суттєвого збільшення масогабаритних параметрів і вартості технології виготовлення та застосування композиційних матеріалів для покриття великих площ зі складним рельєфом.

Сучасний стан питання. В останні десятиріччя розроблено та досліджено захисні властивості багатьох типів композицій для екранування електромагнітних полів із застосуванням різних матриць та типів екрануючих наповнювачів. Враховуючи резонансність у суспільстві проблем впливу на здоров'я людей високочастотних випромінювань (мобільного зв'язку) більшість досліджень у цій галузі стосуються матеріалів для захисту від електромагнітних полів ультрависоких і вищих частот. Так, у роботах [1, 2] наведено результати

випробувань композиції на основі полімерів із застосуванням наповнювачі з алюмінію та феритів. Але у першому випадку різко зростає коефіцієнт відбиття, у другому спостерігається зниження коефіцієнта екранування через малу електропровідність матеріалу. Останнім часом багато уваги приділяється рідким композиціям [3–5]. Вони дуже ефективні у високочастотній частині електромагнітного спектра (ультрависокі і вищі частоти), але мають високу вартість через застосування розширеного графіту та графітизованої сажі. Такі матеріали можна застосовувати для підвищення стійкості електронного обладнання до електромагнітних завад, але для облицювання поверхонь великих площ вони неприйнятні. До того ж багатокомпонентні композиції мають схильність до деградації у процесі експлуатації [6]. Для підвищення ефективності із збереженням малої товщини матеріалу використовують нанотехнології [7, 8]. Але перша робота має складну технологію виготовлення – наноструктури утворюються у процесі виготовлення матеріалу, а друга використовує магнітну рідину з нанозалізом для просочування тканини у неоднорідному магнітному полі. Магнітна рідина має дуже високу вартість, що обумовлює високу вартість кінцевого продукту. Останнім часом виконано низку досліджень і розробок щодо рідких захисних композицій відносно простої технології виготовлення [9, 10]. Перевагами таких матеріалів є застосування матриць зі стандартних лакофарбових матеріалів та наявність одного екрануючого матеріалу. Але результати досліджень свідчать, що коефіцієнти екранування в усіх смугах частот відносно невеликі, а зростання поглинання електромагнітної енергії призводить до підвищення відбиття електромагнітних хвиль. Таким чином існує потреба розроблення методологічних та технологічних засад підвищення ефективності захисних композицій з прийнятним зростанням складності технології виготовлення та вартості кінцевого матеріалу.

Мета роботи – визначення засобів підвищення захисних властивостей композиційних матеріалів для екранування електромагнітних полів широкого частотного діапазону.

Викладення основного матеріалу. У загальному випадку раціоналізація, або навіть оптимізація параметрів захисної структури, базується на варіаціях SE_r (ефективність за рахунок відбиття електромагнітних хвиль), SE_a (ефективність екранування за рахунок поглинання електромагнітної енергії) та SE_{mr} (екранування за рахунок багаторазового відбиття електромагнітних хвиль у товщині захисного матеріалу. Тобто загальна ефективність екранування визначається як:

$$SE = SE_r + SE_a + SE_{mr},$$

Для матеріалів малої товщини та ізотропного складу остання складова не є суттєвою. У реальних умовах критичними є перші два члени співвідношення.

У логарифмічних одиницях відбиття та поглинання електромагнітних хвиль визначаються як:

$$SE = 20lg\frac{Z}{Z_0} + 20lgexp\frac{d}{\delta},$$

де Z – хвильовий опір (імпеданс) матеріалу екрана,
Z_0 – опір середовища розповсюдження електромагнітних хвиль повітря (377 Ом),
d – товщина екрана,
δ – товщина скін шару (глибина на якій інтенсивність поля знижується у е разів – 2,7).

Але наведені параметри також мають складні залежності. Хвильовий опір залежить від електрофізичних та магнітних властивостей матеріалу (ε, μ – електрична та магнітна проникності, σ – питома електропровідність). Глибина проникнення поля у тіло матеріалу функціонально залежить від частоти екранованого поля f, магнітної проникності μ та провідності σ.

$$\delta = \sqrt{\pi f \mu \sigma}.$$

Якщо $\Sigma_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$, де μ_0 та ε_0 – магнітна та електрична сталі, то $Z = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$, де μ та ε – проникності матеріалу.

Простота застосування цих співвідношень для проєктування захисних матеріалів уявна. Це пояснюється значними частотними залежностями електричних та магнітних властивостей наповнювача.

Наприклад, навіть у одному частотному діапазоні надзвичайно високих частот за однакового вмісту нікелю у матриці за зміни частоти поля від 30 до 120 ГГц коефіцієнт ослаблення електромагнітної хвилі змінюється від -12 дБ до -40 дБ. При цьому коефіцієнт відбиття практично не змінюється.

Розглядаючи комплексні магнітні та діелектричні проникності матеріалів $\mu = \mu' + \mu''$ та $\varepsilon = \varepsilon' + \varepsilon''$, де μ', ε' – дійсні частини комплексних проникностей, μ'', ε''– уявні частини комплексних проникностей, то коефіцієнт втрат електромагнітної енергії визначається, в основному уявними складовими проникностей та їх відношеннями до дійсних складових (тангенси кутів діелектричних та магнітних втрат).

Визначити реальні електрофізичні властивості композицій можливо експериментально, але для цього потрібне виготовлення великої кількості дослідних зразків. Оціночне визначення (прогнозування) таких властивостей можливе застосуванням емпіричних співвідношень. Це можливо, якщо відомі електрофізичні властивості матеріалів матриці та екрануючих наповнювачів.

Для визначення діелектричної проникності композиції можливо застосовувати співвідношення Максвелла-Гарнета та формулу Оделевського. Остання дає можливість врахування морфології (форми) екрануючих частинок. Але спектр розмірів (довжини та середніх діаметрів) зазвичай широкий, тому для практичних розрахунків необхідно обрати якість переважні параметри, визначені візуально, наприклад, за допомогою вимірювального мікроскопу. Для визначення магнітної проникності композиту можливо використати формулу Лорентца. Слід враховувати, що за вмісту наповнювача більше 1/3 співвідношення надають великі похибки. Також, у процесі проєктування матеріалів слід враховувати частотні залежності магнітної проникності. Наприклад, зі збільшенням частоти електромагнітного поля від 10^2 до 10^5 МГц відносна проникність заліза змінюється зі 100 до 10, а нікелю з 22 до 2. Порівняння експериментальних даних з розрахунковими свідчить, що відмінності складають 20–25 %. При цьому розрахункові дані можуть бути як кращими, так і гіршими за експериментальні.

Надійність експериментальних даних також може бути неоднозначною. Випробування зразків у хвилеводах свідчить, що параметри захисних властивостей мають чітку частотну періодичну залежність, тобто коливання ефективності екранування імовірно обумовлені резонансними явищами у хвилеводі.

Тому, принаймні на заключному етапі розроблення матеріалу, доцільно провести випробування на зразках реальних розмірів з унеможливлення впливу дифракційних явищ. З технологічних та економічних міркувань доцільно розробляти матеріали достатньої ефективності як і у низькочастотній області електромагнітного спектра (в основному – промислової частоти), так і у високочастотній – частоти мобільного зв'язку, інші частоти бездротової передачі інформації. Враховуючи, що головною проблемою у низькочастотній області є екранування магнітної складової електромагнітного поля, наповнювач повинен мати магнітні властивості. Це залізовмісні сполуки, нікель, кобальт тощо. При цьому для високочастотних випромінювань найбільш критичною є достатня електропровідність матеріалу. Для композитів забезпечення цього параметру можливе за рахунок формування кіл провідності, за рахунок упорядкованості провідних частинок. За їх численних контактах досягається перколяційний ефект – різке зростання провідності і захисних властивостей.

Досвід експериментальних досліджень свідчить, що таке явище настає за вмісту екрануючої субстанції у полімерній матриці 12–16 % за об'ємом. З точки зору технологічності кінцевого матеріалу бажано мінімізувати його товщину. Тому екрануючі частинки необхідно упорядкувати. Це можливо реалізувати за рахунок оброблення металополімерної суміші постійним магнітним полем. При цьому феромагнітні частинки орієнтуються за напрямком магнітного поля і фіксуються під час висихання або полімеризації суміші. Досвід показує, що для такої обробки, принаймні для рідких полімерів типу латекс достатньою є напруженість магнітного поля 200 – 300 А/м, що досягається звичайними постійними або електромагнітами. Перспективним напрямом підвищення ефективності захисних матеріалів є впорядкування провідних немагнітних частинок, наприклад графіту. Доцільно виконати серію експериментальних робіт щодо підвищення електропровідності таких композицій за рахунок оброблення вихідної суміші електричним полем за рахунок поляризації частинок наповнювача.

ВИСНОВКИ

1. Наведено основні принципи проєктування композиційних матеріалів для екранування електромагнітних полів. Показано, що для отримання матеріалів прийнятної ефективності у широкому частотному діапазоні необхідно раціоналізувати співвідношення електрофізичних та магнітних властивостей матеріалів.

2. Проєктування матеріалів доцільно здійснювати на основі попереднього розрахункового оцінювання діелектричної та магнітної проникностей кінцевого матеріалу. При цьому слід враховувати частотну залежність магнітної та діелектричної проникностей матеріалів наповнювачів. Встановлено, що розбіжності між розрахунковими і фактичними значеннями проникностей композицій складають не менше 20 %.

3. Для мінімізації товщин кінцевих матеріалів доцільне впорядкування розташування частинок наповнювача у матриці. Для феромагнітних частинок це можливо за рахунок оброблення суміші у рідкому стані магнітним полем напруженістю 200–300 А/м. Перспективним напрямом досліджень є впорядкування немагнітного наповнювача за рахунок оброблення електричним полем.

Список літератури

1. Patil N., Velhal N.V., Pawar R., Puri V. Electric, magnetic and high frequence properties of screen printed ferrite-ferroelectric composite thick films on alumina substrate. Microelectronics International. 2015. Vol. 32 (1). P. 25–31.

2. Sedlacik M., Mrlik M., Babayan V., Pavlinek V. Magnetorheological elastomers with efficient electromagnetic shielding. Composite Structures. 2016. Vol. 135. P. 199–204.

3. Viacheslav Barsukov, Ilona Senyk, Olena Kryukova, Oksana Butenko. Composite Carbon-Polymer Materials for Electromagnetic Radiation Shielding. Materials Today: Proceedings, 2018, V. 5, No 8, Part 1, pp. 15909-15914.

4. Butenko O., Boychuk V., Savchenko B., Kotsyubynsky V., Khomenko V., Barsukov V. Pure ultrafine magnetite from carbon steel wastes. Materials Today: Proceedings. 2019. V. 6, pp. 270–278.

5. Senyk I., Kuryptia Y., Barsukov V., Butenko O., Khomenko V. Development and application of thin wide-band screening composite materials. Physics and Chemistry of Solid State. 2020. 21(4). Pp. 771–778.

6. Alina Ruxandra Caramitu, Ioana Ion, Adriana Mariana Bors, Violeta Tsakiris, Jana Pintea, Ana-Maria Daniela Caramitu. Preparation and Spectroscopic Characterization of Some Hybrid Composites with Electromagnetic Shielding Properties Exposed to Different Degradation Factors. MATERIALE PLASTICE. 2023. 59. 82-94 https://doi.org/10.37358/MP.22.4.5627

7. Лыньков Л.М., Богуш В.А., Борботько Т.В., Насонова Н.В., Белоусова Е.С., Бойправ О.В. Новые технологии создания экранов электромагнитного излучения на основе модифицированных порошковых, наноструктурированных и пленочных материалов. Доклады БГУИР. 2019. № 2 (120). С. 85–99.

8. Багрій М.М., Левченко Л.О., Тихенко О.М., Колумбет В.П., Рєзнік Д.В. Розроблення та дослідження властивостей текстильного матеріалу від впливу електромагнітних полів. Вісник національного університету водного господарства та природокористування. 2019. Вип. 1(85). С. 237-244.

9. Бурдейна Н.Б., Бірук Я.І. Засоби підвищення ефективності рідинних матеріалів для екранування електромагнітних полів широкого частотного діапазону. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. Полтава. 2022. Т. 4 (70). С. 138-141. https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.4.138.

10. Бурдейна Н.Б., Бірук Я.І., Ніколаєв К.Д.. Розроблення матеріалів багатошарової структури градієнтного типу на основі рідких композицій для екранування електромагнітних полів. Екологічна безпека та природокористування. 45 (1). С. 68–75. https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.1.68-75.

Doctor of Science, Professor **Sukach Serhii,**
PhD, Associate Professor **Rieznik Dmytro,**
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

METHODS AND MEANS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF COMPOSITE MATERIALS FOR SHIELDING ELECTROMAGNETIC FIELDS

The main principles of increasing the shielding coefficients of electromagnetic fields by composite materials are considered. It is shown that the protective properties in the low-frequency and high-frequency regions of the electromagnetic spectrum are provided by different physical mechanisms. Therefore, to ensure acceptable protective properties, it is necessary to coordinate the ratio of electrophysical and magnetic properties of materials based on compromise solutions. The main condition

in the process of designing materials is to take into account the strong frequency dependence of the dielectric and magnetic permeability of filler particles. To predict the required volume content of the shielding filler in the dielectric matrix, it is possible to use the Maxwell-Garnett, Odelevsky, and Lorentz formulas. At the same time, it should be taken into account that the differences between calculated and experimental results are at least 20 %. For simultaneous effective shielding of ultra-low-frequency and ultra-high-frequency electromagnetic fields, the material must have both sufficient magnetic properties and acceptable electrical conductivity. This can be achieved by treating the original mixture containing ferromagnetic particles with a constant magnetic field of 200–300 A/m. By arranging the arrangement of shielding particles in the body of the composite, conduction circles are formed. With a shielding material content of 12–16 % by volume, a percolation effect is achieved - a sharp increase in the electrical conductivity of the material and an increase in protective properties. The amount of filler depends not only on the total volume, but also on the size of individual particles. In this way, simultaneous shielding of both the magnetic component of the industrial frequency electromagnetic field and ultrahigh and higher frequency electromagnetic fields is achieved. It is shown that it is expedient to investigate the possibility of arranging non-magnetic particles in the body of the composite by treating the initial mixture with an electric field.

Keywords: composite material; electromagnetic safety; shielding; electrophysical properties.

REFERENCES

1. Patil N., Velkhal N.V., Pavar R., Puri V. Elektrychni, mahnitni ta vysokochastotni vlastyvosti ferytno-sehnetoelektrychnykh kompozytnykh tovstykh plivok trafaretnoho druku na pidkladtsi z oksydu aliuminiiu. Microelectronics International. 2015. Vyp. 32 (1). S. 25–31. {in English}

2. Sedlacik M., Mrlik M., Babaian V., Pavlinek V. Mahnitoreolohichni elastomery z efektyvnym elektromahnitnym ekranuvanniam. Kompozytni konstruktsii. 2016. Vyp. 135. S. 199–204. {in English}

3. Viacheslav Barsukov, Ilona Senyk, Olena Kryukova, Oksana Butenko. Kompozytni vuhletsevo-polimerni materialy dlia zakhystu vid elektromahnitnoho vyprominiuvannia. Materialy s'ohodni: Zbirnyk naukovykh prats', 2018, T. 5, № 8, Ch. 1, S. 15909-15914. {in English}

4. Butenko O., Boychuk V., Savchenko B., Kotsyubynsky V., Khomenko V., Barsukov V. Chystyj naddyspersnyj mahnetyt z vidkhodiv vuhletsevoi stali. Materialy s'ohodni: Materialy. 2019. T. 6, S. 270–278. {in English}

5. Senyk I., Kuryptia Y., Barsukov V., Butenko O., Khomenko V. Rozrobka ta zastosuvannia tonkykh shyrokosmuhovykh ekranuiuchykh

kompozytsijnykh materialiv. Fizyka i khimiia tverdoho tila. 2020. 21(4). Stor. 771–778. {in English}

6. Alina Ruxandra Caramitu, Ioana Ion, Adriana Mariana Bors, Violeta Tsakiris, Jana Pintea, Ana-Maria Daniela Caramitu. Pryhotuvannia ta spektroskopichna kharakterystyka deiakykh hibrydnykh kompozytiv iz vlastyvostiamy elektromahnitnoho ekranuvannia, iaki piddaiut'sia vplyvu riznykh faktoriv dehradatsii. MATERIAL PLASTYKU. 2023. 59. 82-94 https://doi.org/10.37358/MP.22.4.5627{in English}

7. Lyn'kov L.M., Bohush V.A., Borbot'ko T.V., Nasonova N.V., Belousova E.S., Bojprav O.V. Novi tekhnolohii stvorennia ekraniv elektromahnitnoho vyluchennia na osnovi modyfikovanykh poroshkovykh, nanostrukturovanykh i plenochnykh materialiv. Doklady BHUYR. 2019. № 2 (120). S. 85–99. {in Russian}

8. Bahrij M.M., Levchenko L.O., Tykhenko O.M., Kolumbet V.P., Rieznik D.V. Rozroblennia ta doslidzhennia vlastyvostej tekstyl'noho materialu vid vplyvu elektromahnitnykh poliv. Visnyk natsional'noho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. 2019. Vyp. 1(85). S. 237-244. {in Ukrainian}

9. Burdejna N.B., Biruk Ya.I. Zasoby pidvyschennia efektyvnosti ridynnykh materialiv dlia ekranuvannia elektromahnitnykh poliv shyrokoho chastotnoho diapazonu. Systemy upravlinnia, navihatsii ta zv'iazku. Zbirnyk naukovykh prats'. Poltava. 2022. T. 4 (70). S. 138-141. https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.4.138. {in Ukrainian}

10. Burdejna N.B., Biruk Ya.I., Nikolaiev K.D.. Rozroblennia materialiv bahatosharovoi struktury hradiientnoho typu na osnovi ridkykh kompozytsij dlia ekranuvannia elektromahnitnykh poliv. Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia. 45 (1). S. 68–75. https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.1.68-75. {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.201-211
УДК 624.04

д.т.н., професор **Сур'янінов М.Г.,**
sng@odaba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-2592-5221,
к.т.н., доцент **Корнеєва І.Б.,**
korneevairinaborisovna@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0104-6938,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРІЙНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ ПЛИТИ ПАГ З ДОДАТКОВИМ АРМУВАННЯМ СТАЛЕВОЮ ФІБРОЮ

Таким чином, в лабораторних умовах проведено експериментальні дослідження несучої здатності та тріщиностійкості серійної плити ПАГ з додатковим армуванням сталевою фіброю в обсязі 1%. Відповідно до нормативних документів, що діють в Україні, розглянуто одну з двох можливих схем навантаження – при навантаженні зосередженою силою, прикладеною на консольній частині плити. Плита випробовувалась на спеціально виготовленому стенді, що складається з чотирьох опорних стойок, пов'язаних попарно між собою балками, на які спиралася плита. Навантаження прикладалося по ширині плити сходами — по 0,04 від руйнівного, по двох зосереджених вертикальних смуг. Кожна ступінь навантаження закінчувалася п'ятихвилинною витримкою, на початку і наприкінці якої знімалися показання на вимірювальних приладах. Усі випробування проводилися з використанням двох домкратів 30 т та 50-тонного динамометра. Принцип роботи домкрата полягав у тому, що його нижня площина тиснула на дворівневу перехресно-балкову систему, а через неї навантаження розподілялося на плиту. У процесі випробування плити фіксували прикладене навантаження, прогини та деформації. Як вимірювальні прилади використовувалися індикатори годинного типу і прогиноміри. Процес тріщиноутворення на поверхнях плити спостерігався за допомогою трубки Брінелля у місцях найбільшого розкриття тріщин.

В результаті випробувань несуча здатність плити склала 211,2 кН при згинальному моменті 101,4 кНм. Навантаження, що відповідає початку тріщиноутворення, дорівнює 96,0 кН при згинальному моменті 46,1 кНм. Максимальна ширина розкриття тріщин становила 0,25 мм. За показаннями індикаторів побудовано графіки залежності відносної деформації від навантаження. Графіки залежності прогинів від навантаження, побудовані за даними двох прогиномірів. До появи першої тріщини максимальний прогин плити становить 17,0% від прогину, зафіксованого наприкінці випробувань.

Ключові слова: фібробетон; плита ПАГ; несуча здатність; деформативність; тріщиностійкість; експериментальні дослідження.

Вступ. Аеродромні плити ПАГ виготовляються з важкого бетону. Застосовуються такі плити для облаштування збірних покриттів постійних або тимчасових аеродромів (майданчики, злітно-посадочні смуги та ін.). Також такі плити використовуються при будівництві автомобільних доріг і майданчиків великих терміналів, під автотранспорт дуже високої тоннажності. Вони відрізняються від звичайних дорожніх плит завдяки більшої міцності і надійності. Часто аеродромні плити служать ще і для установки баштових кранів. Аеродромні плити більш довговічні, надійні і безпечні з точки зору зіткнення поверхні і транспортного засобу. Їх укладання на ґрунт відбувається в короткий проміжок часу. Одна з головних переваг аеродромних плит полягає в їх багаторазовому використанні. Аеродромні плити, які вже були у вжитку, не втрачають своїх якостей. А ціна на такі плити набагато нижче, ніж на нові, тому їх купівля дуже вигідна. Висока міцність плит забезпечує довгий термін їх служби. Завдяки використанню у виробництві плит ПАГ добротних матеріалів, вони можуть експлуатуватися в досить суворих кліматичних умовах.

Незважаючи на високі механічні та експлуатаційні властивості плит, вчені продовжують працювати над їх покращенням. У цьому зв'язку одним із перспективних напрямків є додаткове армування плит ПАГ сталевою фіброю.

Аналіз попередніх досліджень. Експериментальні дослідження аеродромних плит, як і методи їхнього розрахунку, дуже різноманітні. Відповідні роботи проводяться в багатьох країнах, але слід зазначити, що випробування плит ПАГ потребують спеціального обладнання, є трудомісткими та дорогими. Більшість випробувань аеродромних плит — це натурні випробування, які можуть бути статичними (під дією східчасто прикладених статичних навантажень) або динамічними (під дією рухливих навантажень, що багаторазово повторюються). Проводять такі випробування, зазвичай, на аеродромах. Випробування у лабораторних умовах проводять вкрай рідко. А опис у науковій літературі подібних випробувань серійних сталефібробетонних плит авторам взагалі не зустрічався.

У статті [1] описується еволюція збірних залізобетонних покриттів у різних країнах і, зокрема, США. Наведено огляд результатів прискорених вантажних випробувань за допомогою симулятора важкого транспортного засобу. У [2] наведено результати експериментальних досліджень несучої здатності залізобетонних плит покриття доріг, попередньо напружених плит та порогових нерівностей випробувального полігону. Вплив неповного контакту плити ПАГ із основою напружено-деформований стан, як самої плити, і її

підстави розглянуто у роботі [3]. У [4] наведено результати випробувань шістнадцяти аеродромних плит на міцність втоми. Цій самій проблемі присвячена стаття [5].

У роботі [6] описуються випробування залізобетонних плит із додаванням сталевої фібри. Випробування на 4-точковий вигин проводиться на шести плитах для вивчення структурної поведінки плит з урахуванням двох різних параметрів, а саме товщини плити та обсягу фракції сталевої фібри. Отримані результати свідчать про поліпшення несучої здатності (до 32%) і пластичності (до 87%), а також затримки поширення тріщин. Крім того, помічено, що додавання волокон компенсує зменшення товщини плити, а також змінює режим руйнування конструкції з крихкого на більш пластичний.

Використання сталефібробетону для дорожнього покриття досліджується в [7]. У роботі [8] оцінені довготривалі характеристики сталевого фібробетону, поліпропіленового фібробетону і бетону із додаванням латексних волокон. Практичне використання бетону, армованого сталевим волокном, в плитах, які піддані повному завантаженню від колеса гігантського літака, розглянуто в [9]. Відмітимо також роботи [10-13].

Мета. Метою даної роботи є експериментальні дослідження несучої здатності та тріщиностійкості серійної плити ПАГ з додатковим армуванням сталевою фіброю в лабораторних умовах.

Матеріали та методи дослідження. Досліджувалась серійна залізобетонна плита 1П30-18-30, виготовлена на ТОВ «Великодолинський завод ЗБК» на замовлення Одеської державної академії будівництва та архітектури (ОДАБА). При виготовленні плити в бетонну суміш додали 1% сталевої фібри із загнутими кінцями [14]. Для армування використано арматуру типу АІ КР5, КР11, діаметром 12 мм [15]. Навантаження прикладалось невеликими ступенями для детального вивчення процесу деформування плити. На кожній ступені двічі фіксувалися показання приладів, а також, починаючи з моменту утворення першої тріщини, вимірювалася ширина розкриття тріщин. Як вимірювальні прилади використовувалися індикатори годинного типу, прогиноміри і трубка Брінелля [16]. Згідно з діючими в Україні нормативними документами [17], аеродромні плити (як і дорожні) розраховують за двома схемами навантаження — при навантаженні зосередженою силою, що прикладається в середині прольоту, та при навантаженні зосередженою силою, що додається на консолі. Тут розглядалася консольна схема навантаження. Випробування проводились у лабораторії кафедри будівельної механіки ОДАБА.

Результати та обговорення. Для проведення випробувань було розроблено спеціальний стенд, який складається з чотирьох опорних стойок,

пов'язаних попарно між собою балками. На балки спиралася досліджувана плита. Навантаження прикладалося по ширині плити ступенями — по 0,04 від руйнівного, по двох зосереджених вертикальних смуг. Кожна ступінь навантаження закінчувалася п'ятихвилинною витримкою, на початку і наприкінці якої знімалися показання на вимірювальних приладах. Усі випробування проводилися з використанням двох домкратів 30 т та 50-тонного динамометра. Принцип роботи домкрата полягав у тому, що його нижня площина тиснула на дворівневу перехресно-балкову систему, а через неї навантаження розподілялося на плиту (рис. 1).

Рис. 1. Випробувальний стенд

У процесі випробування плити (рис. 2) фіксували прикладене навантаження, прогини та деформації. Деформації вимірювали за допомогою індикаторів годинного типу з ціною розподілу 0,01 мм та базою 24 см у консольній частині плити, 36 см — у прогоновій. Процес тріщиноутворення на поверхнях плит спостерігався за допомогою трубки Брінелля у місцях найбільшого розкриття тріщин. Ціна поділу трубки Брінелля становила 0,1 мм.

Відповідно до прийнятої схеми навантаження, на верхню поверхню плити встановили два ряди індикаторів. Перша група індикаторів (2і – 6і) встановлена у верхній прогоновій частині плити, а друга група (9і – 13і) — на консольній ділянці, що завантажується. Індикатори 8і, 14і були змонтовані на бічних гранях у зоні опори консольної ділянки. Пара індикаторів 1і, 7і фіксувала деформації стиснутої зони пролітної частини плити.

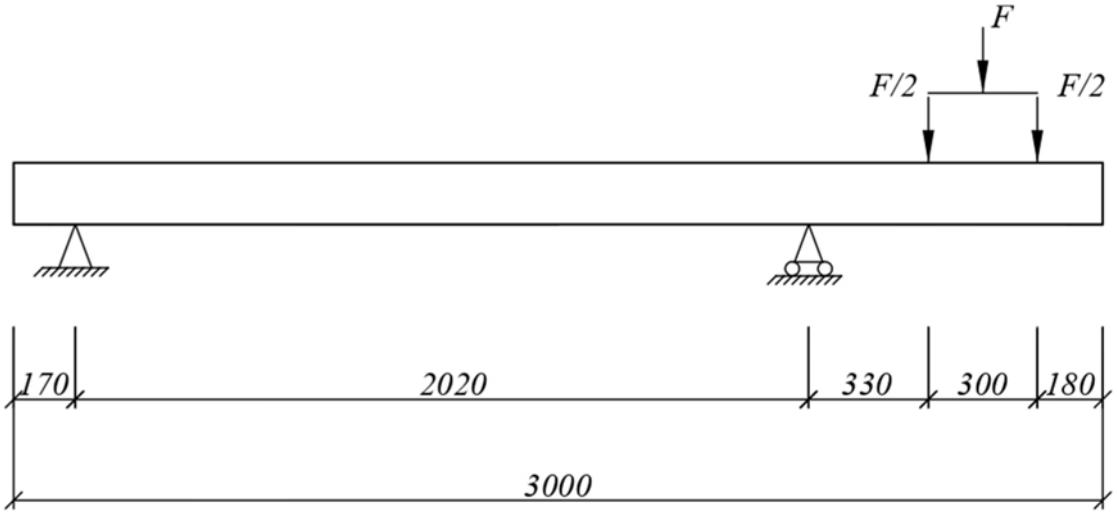


Рис. 2. Консольна схема навантаження

Результати випробувань представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати випробувань плити

Номер ступені навантаження	Навантаження, кН	Ширина розкриття тріщини, мм	
		Початкова	Кінцева
1	19,2		
2	38,4		
3	48,0		
4	57,6		
5	67,2		
6	76,8		
7	86,4		
8	96,0	1 – 0,05	1 – 0,05
9	105,6		
10	115,2	2, 3 – 0,05	2 – 0,25; 3 – 0,05
11	124,8	4 – 0,05	4 – 0,05
12	134,4	5 – 0,05	5 – 0,05
13	144,0		
14	153,6	6 – 0,05	6 – 0,05
15	163,2		
16	172,8		
17	182,4		
18	192,0	7 – 0,05	7 – 0,05
19	201,6		
20	211,2	8, 9 – 0,05	8, 9 – 0,05

В результаті випробувань несуча здатність плити склала 211,2 кН при згинальний момент 101,4 кНм.

Навантаження, що відповідає початку тріщиноутворення, дорівнює 96,0 кН при згинальний момент 46,1 кНм.

На рис. 3 показано графіки залежності відносної деформації від навантаження, побудовані за показаннями індикаторів.

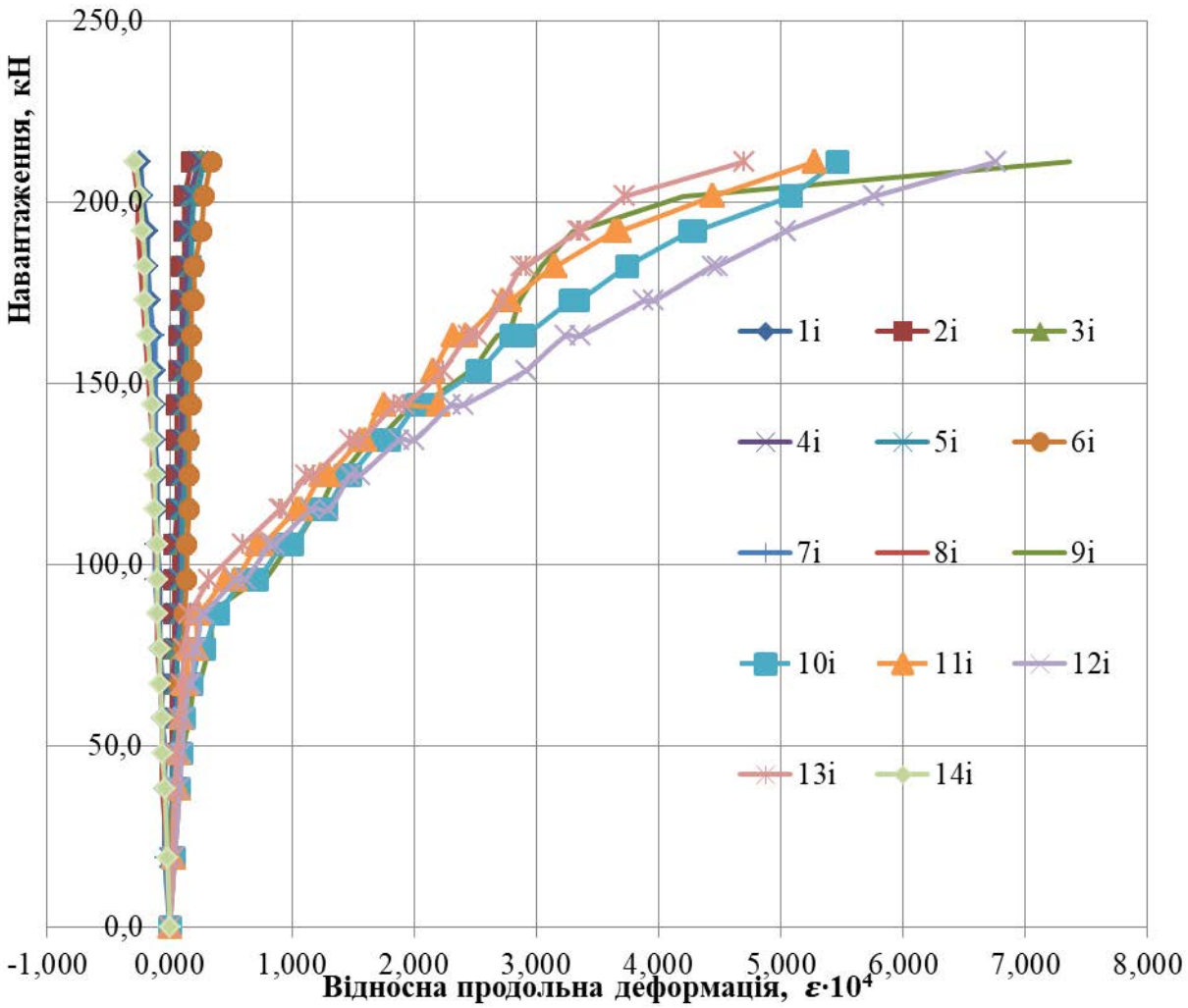


Рис. 3. Відносна деформація за показаннями індикаторів

Графіки залежності прогинів від навантаження, побудовані за даними двох прогиномірів, показано на рис. 4.

До появи першої тріщини максимальний прогин плити становить 17,0% від прогину, зафіксованого наприкінці випробувань.

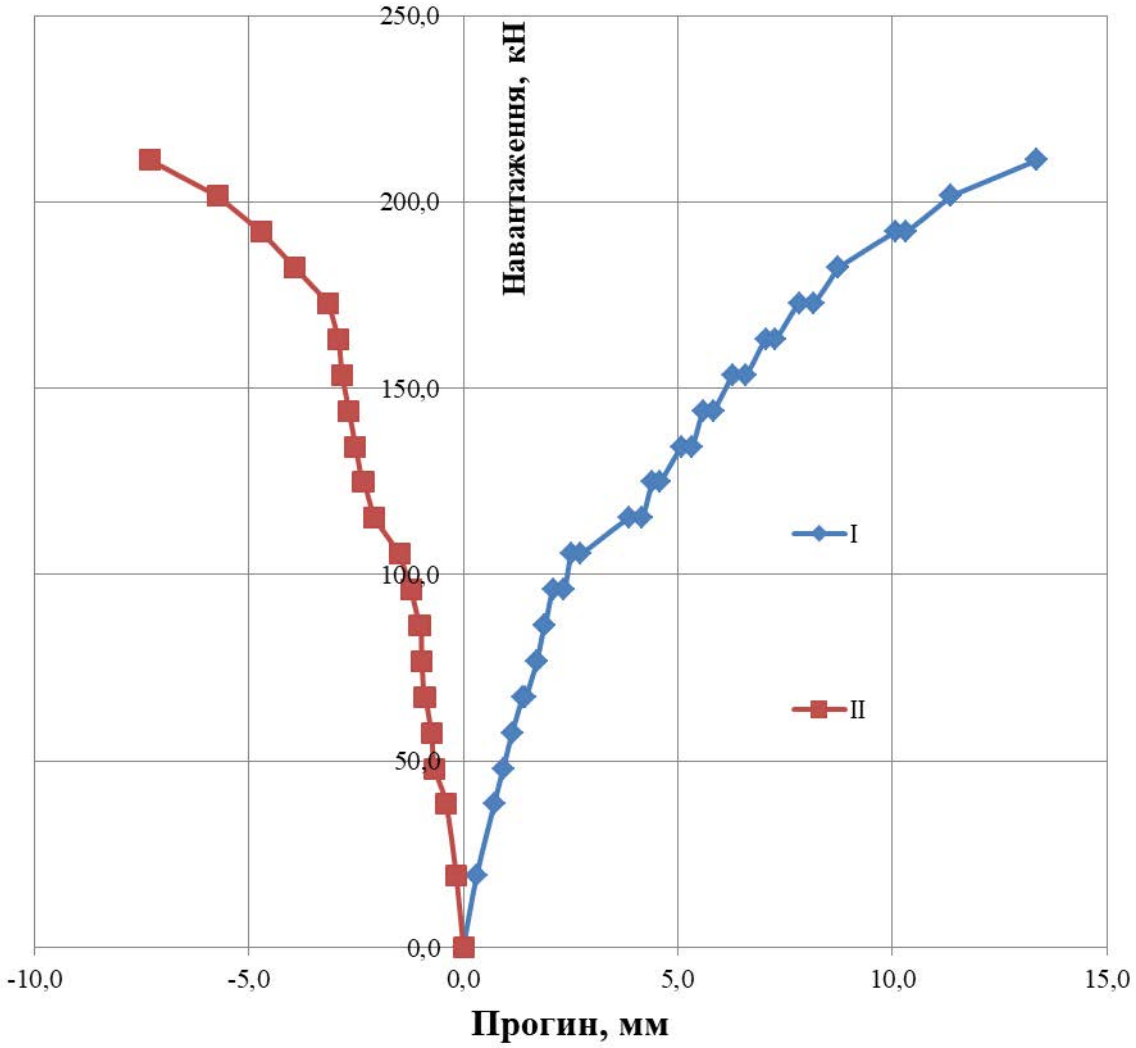


Рис. 4. Прогини плити

Висновки

Таким чином, в лабораторних умовах проведено експериментальні дослідження несучої здатності та тріщиностійкості серійної плити ПАГ з додатковим армуванням сталевою фіброю в обсязі 1%. Випробування проводили на спеціально виготовленому стенді.

Як вимірювальні прилади використовувалися індикатори годинного типу і прогиноміри. Процес тріщиноутворення на поверхнях плити спостерігався за допомогою трубки Брінелля у місцях найбільшого розкриття тріщин.

В результаті випробувань несуча здатність плити склала 211,2 кН при згинальному моменті 101,4 кНм. Навантаження, що відповідає початку тріщиноутворення, дорівнює 96,0 кН при згинальному моменті 46,1 кНм. Максимальна ширина розкриття тріщин становила 0,25 мм. За показаннями індикаторів побудовано графіки залежності відносної деформації від навантаження. Графіки залежності прогинів від навантаження, побудовані за

даними двох прогібомірів. До появи першої тріщини максимальний прогин плити становить 17,0% від прогину, зафіксованого наприкінці випробувань.

Список літератури

1. Kohler Erwin du Plessis, Louw Smith, Peter Harvey, John Pyle, Tom Kohler, Plessis, Du Pyle, Harvey. Precast Concrete Pavements and Results of Accelerated Traffic Load Test. Precast/Prestressed Concrete Institute, 2020. Pp. 263–281.

2. Семенюк С.Д., Кумашов Р.В., Кетнер Э.А. Несущая и эксплуатационная способность железобетонных плит покрытия автомобильных дорог. Наука та будівництво, 2016. Вип. 8. С. 11–18.

3. Артемова Л.Ю. К вопросу неполного контакта плиты с основанием. Проектирование и расчет прочности конструкций и сооружений аэропортов: сборник научных трудов. Издание МАДИ (ТУ), 1999. 94 с.

4. Roesler, J.R., Hiller, J.E., & Littleton, P.C. (2005). Large-scale airfield concrete slab fatigue tests. 8th International Conference on Concrete Pavements: Innovations for Concrete Pavement: Technology Transfer for the Next Generation; Vol. 3. Pp. 1247-1268.

5. Yuan J, Li W, Li Y, Ma L, Zhang J. Fatigue Models for Airfield Concrete Pavement: Literature Review and Discussion. Materials (Basel). 2021;14(21):6579. Published 2021 Nov 2. doi:10.3390/ma14216579

6. Baarimah A.O. and Syed Mohsin S.M. An overview of using steel fibers in reinforced concrete structural elements to improve shear reinforcement. In: Proc. of the National Conf. for Postgraduate Research. Malaysia: University Malaysia Pahang, 2016. Pp. 260–265.

7. Elsaigh W. Kearsley Elsabé, Robberts J. Steel fibre reinforced concrete for road pavement applications. 24 SATC 2005: Transport Challenges, 2010. Pp. 191–201.

8. Li G., Xu W. New concrete improving performance of airfield pavement. Proceedings of the 9th International Conference of Chinese Transportation Professionals, ICCTP 2009: Critical Issues in Transportation System Planning, Development, and Management, 2009. Vol. 358. Pp. 2195–2200.

9. Lal Rattan, D'Souza J.P., Sen A.K., Raghavendra N., Mullick A.K. Steel fibre reinforced concrete for airfield pavements. Cement Research Institute of India: Research Bulletin RB, 1982. Pp. 1–20.

10. Linek Małgorzata, Piotrowska Patrycja. Natural thermal loads and their influence on airfield concrete slabs. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. Vol. 603. Pp. 2042–2054.

11. Bazgir A. The Behaviour of Steel Fibre Reinforced Concrete Material and Its Effect on Impact Resistance of Slabs. City University London, 2016. Pp. 1–101.

12. McMahon, Joshua & Birely, Anna. (2018). Experimental Performance of Steel Fiber Reinforced Concrete Bridge Deck. Journal of Bridge Engineering. 23. 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001287.

13. Mathi K.K, Nallasivam K. Static analysis of rigid airfield pavement using finite element method vs closedform solution. Comput Eng Phys Model 2022;5(4):23–50. https://doi.org/10.22115/cepm.2023.354941.1219

14. BS EN 14889-1:2006 (2006). Fibres for concrete. Steel fibres. Definitions ad specifications and conformity. BSI.

15. ДСТУ 3760:2019. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови.

16. ДСТУ Б. В.2.6–137:2010 (ГОСТ 25912.2–91, MOD). Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні попередньо напружені ПАГ–18 для аеродромного покриття. Конструкція. [Чинний від 2011–07–01]. ТОВ НТК "Будстандарт", 2011. 8 с. (Інформація та документація).

17. Плити залізобетонні з ненапруженою арматурою для покриття міських доріг. ДСТУ Б.В.2.6-122:2010. [Чинний від 2011-07-01]. К.: Мінрегіонбуд України, 2011. 23 с. (Національний стандарт України).

Doctor of Science, Professor **Mykola Surianinov**,
PhD Irina **Korneeva**,
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa

EXPERIMENTAL STUDIES OF SERIAL REINFORCED CONCRETE PAG SLAB WITH ADDITIONAL STEEL FIBER REINFORCEMENT

Thus, in laboratory conditions, experimental studies of the bearing capacity and crack resistance of a serial PAG plate with additional steel fiber reinforcement in the amount of 1% were carried out. In accordance with the regulatory documents in force in Ukraine, one of two possible load schemes was considered — when loaded by a concentrated force applied to the cantilever part of the slab. The plate was tested on a specially made stand consisting of four support racks connected in pairs by beams on which the plate rested. The load was applied across the width of the slab in steps of 0.04 from the destructive load, in two concentrated vertical strips. Each level of load ended with a five-minute exposure, at the beginning and end of which the readings on the measuring devices were taken. All tests were carried out using two 30-ton jacks and a 50-ton dynamometer. The working principle of the jack consisted in the fact that its lower plane pressed on a two-level cross-beam system, and through it the load was distributed on the slab. In the process of testing the plates, the applied load, deflections and deformations were recorded. Clock-type indicators and protractors

were used as measuring devices. The process of crack formation on the plate surfaces was observed with the help of a Brinell tube in the places of the largest crack opening.

As a result of the tests, the bearing capacity of the plate was 211.2 kN with a bending moment of 101.4 kNm. The load corresponding to the beginning of crack formation is equal to 96.0 kN at a bending moment of 46.1 kNm. The maximum width of crack opening was 0.25 mm. According to the readings of the indicators, graphs of the dependence of the relative deformation on the load were constructed. Graphs of the dependence of deflections on the load, constructed from the data of two deflection gauges. Before the appearance of the first crack, the maximum deflection of the plate is 17.0% of the deflection recorded at the end of the tests.

Keywords: fiber concrete; PAG plate; bearing capacity; deformability; crack resistance; experimental studies.

REFERENSES

1. Kohler Erwin du Plessis, Louw Smith, Peter Harvey, John Pyle, Tom Kohler, Plessis, Du Pyle, Harvey. Precast Concrete Pavements and Results of Accelerated Traffic Load Test. Precast/Prestressed Concrete Institute, 2020. Pp. 263–281. {in English}

2. Semenyuk S.D., Kumashov R.V., Ketner E.A. Load-bearing and operational capacity of reinforced concrete slabs for road surfaces. Science and Budivnitstvo, 2016. VIP. 8. Pp. 11–18. {in Russian}

3. Artemova L.Yu. On the issue of incomplete contact of the slab with the base. Design and calculation of the strength of airport structures and structures: a collection of scientific papers. Publication MADI (TU), 1999. 94 p. {in Russian}

4. Roesler, J.R., Hiller, J.E., & Littleton, P.C. (2005). Large-scale airfield concrete slab fatigue tests. 8th International Conference on Concrete Pavements: Innovations for Concrete Pavement: Technology Transfer for the Next Generation; Vol. 3. Pp. 1247-1268. {in English}

5. Yuan J., Li W., Li Y., Ma L., Zhang J. Fatigue Models for Airfield Concrete Pavement: Literature Review and Discussion. Materials (Basel). 2021;14(21):6579. Published 2021 Nov 2. doi:10.3390/ma14216579. {in English}

6. Baarimah A.O. and Syed Mohsin S.M. An overview of using steel fibers in reinforced concrete structural elements to improve shear reinforcement. In: Proc. of the National Conf. for Postgraduate Research. Malaysia: University Malaysia Pahang, 2016. Pp. 260–265. {in English}

7. Elsaigh W. Kearsley Elsabé, Robberts J. Steel fibre reinforced concrete for road pavement applications. 24 SATC 2005: Transport Challenges, 2010. Pp. 191–201. {in English}

8. Li G., Xu W. New concrete improving performance of airfield pavement. Proceedings of the 9th International Conference of Chinese Transportation Professionals, ICCTP 2009: Critical Issues in Transportation System Planning, Development, and Management, 2009. Vol. 358. Pp. 2195–2200. {in English}

9. Lal Rattan, D'Souza J.P., Sen A.K., Raghavendra N., Mullick A.K. Steel fibre reinforced concrete for airfield pavements. Cement Research Institute of India: Research Bulletin RB, 1982. Pp. 1–20. {in English}

10. Linek Małgorzata, Piotrowska Patrycja. Natural thermal loads and their influence on airfield concrete slabs. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. Vol. 603. Pp.2042–2054. {in English}

11. Bazgir A. The Behaviour of Steel Fibre Reinforced Concrete Material and Its Effect on Impact Resistance of Slabs. City University London, 2016. Pp. 1–101. {in English}

12. McMahon, Joshua & Birely, Anna. (2018). Experimental Performance of Steel Fiber Reinforced Concrete Bridge Deck. Journal of Bridge Engineering. 23. 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0001287. {in English}

13. Mathi K.K, Nallasivam K. Static analysis of rigid airfield pavement using finite element method vs closedform solution. Comput Eng Phys Model 2022;5(4):23–50. https://doi.org/10.22115/cepm.2023.354941.1219. {in English}

14. BS EN 14889-1:2006 (2006). Fibres for concrete. Steel fibres. Definitions ad specifications and conformity. BSI. {in English}

15. DSTU 3760:2019. Rolled reinforcement for reinforced concrete structures. General technical conditions. {in Ukranian}

16. DSTU B.V.2.6–137:2010 (GOST 25912.2–91, MOD). Structures of buildings and structures. PAG-18 prestressed reinforced concrete slabs for airfield pavement. Construction. [Effective from 2011-07-01]. LLC NTK "Budstandart", 2011. 8 p. (Information and documentation). {in Ukranian}

17. Reinforced concrete slabs with non-stressed reinforcement for covering city roads. DSTU B.V.2.6-122:2010. [Effective from 2011-07-01]. K.: Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2011. 23 p. (National Standard of Ukraine). {in Ukranian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.212-222
УДК 624.04

д.т.н., професор **Сур'янінов М.Г.,**
sng@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0003-2592-5221,
к.т.н., доцент **Нєутов С.П.,**
neutov.stepan@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0002-0132-124X,
Єсванджия В.Ю., vakhtanhyes22@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1151-3560,
Одеська державна академія будівництва та архітектури

НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ БАЛКИ, ПОШКОДЖЕНОЇ ПІД ЧАС БОЙОВИХ ДІЙ, ПОСИЛЕНОЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ФІБРОБЕТОНУ

Представлені результати дослідження несучої здатності балки, пошкодженої під час бойових дій, яку посилили сталефібробетоном. Розглянуто балку з 20-відсотковим пошкодженням у стислій зоні. Перед бетонуванням у зоні запланованого пошкодження встановлювався пінопластовий вкладиш, форма та розміри якого відповідали запланованому пошкодженню. Після набору бетоном 70% марочної міцності вкладиш витягувався, а порожнина, що утворилася, заповнювалася 2% сумішшю з фібробетону. Це один з варіантів посилення балки в комплексній програмі випробувань пошкоджених балок, в якій передбачено дослідження серії балок з різним характером пошкоджень, зоною пошкодження, що варіюється, (розтягнута і стиснута) та її величиною, геометрією та способом посилення. Для проведення випробувань авторами розроблено спеціальний стенд. Несуча здатність пошкодженої балки, посиленої фібробетоном, склала 80,6 кН, або 89,5% несучої здатності неушкодженої балки. Тріщиноутворення почалося на 4-му етапі навантаження, коли величина навантаження становила 16,1кН, або 20% несучої здатності пошкодженої балки. При цьому в зоні чистого вигину утворилися 10 тріщин, ширина розкриття яких не перевищувала половини ціни поділу мікроскопа, що становить 0,005 мм. На наступних восьми етапах навантаження (до величини 48,4кН) нових тріщин не спостерігалося, а ширина розкриття всіх, що раніше утворилися, збільшилася вдвічі - досягла 0,01мм. На 12, 13 та 19 етапах навантаження з'явилися ще 4 тріщини. Максимальна кінцева ширина розкриття тріщин становила 1,2 мм. До навантаження 68,5кН, що становить 85% несучої здатності пошкодженої балки, сталефібробетонний вкладиш працює з балкою практично як єдине ціле, а потім стиснута зона бетону видавлює вкладиш. Стверджується, що посилення балки з 20% пошкодженням у стиснутій зоні розглянутим у роботі способом дозволяє досягти її несучої здатності, яка становить майже 90% несучої здатності непошкодженої балки.

Ключові слова: пошкоджена балка, сталефібробетон, експеримент, стенд для випробувань, несуча здатність, тріщина.

Вступ. Основними перевагами залізобетонних балок є їхня підвищена міцність, вогнестійкість, швидкість монтажу, довговічність, тому область їхнього застосування у будівництві величезна. Через різні причини ці конструкції можуть бути пошкоджені, це можуть бути як механічні пошкодження, пов'язані з руйнуванням бетону і корозією арматури в результаті тривалої експлуатації, так і пошкодження внаслідок воєнних дій. Особливо актуальною остання проблема стає, на жаль, в наш час. Не завжди доцільно змінювати конструкцію, в більшості випадків економічно вигідніше посилити пошкоджену частину без її повної заміни. Існує чимало способів посилення пошкоджених балок, і одним з перспективних є спосіб їх посилення сталефібробетоном.

Аналіз попередніх досліджень. Проблема посилення конструкцій настільки актуальна, що їй присвячено дуже багато публікацій. Не претендуючи на повноту, наведемо невеликий огляд.

Стаття [1] присвячена аналізу загальних методів посилення несучих залізобетонних конструкцій. На основі виконаних розрахунків висунуто рекомендації щодо актуальності застосування того чи іншого способу посилення.

У роботі [2] описані експерименти щодо посилення пошкоджених залізобетонних балок різними типами ламінатів з армованого волокном полімеру. Програма експерименту включала посилення та випробування 14 вільно опертих балок прямокутного перерізу. У дослідах варіювалися кількість та розташування ламінатів.

Ali Saribiyik, Bassel Abodan, Muhammed Talha Balci у роботі [3] розглянули посилення балок базальтовими стрічками. Дослідження проводилося на шести залізобетонних балках, які були поділені на дві групи: контрольну та експериментальну. Контрольна група складалася з трьох балок без будь-якого посилення, а експериментальна група — з трьох балок, які були посилені смугами з армованого базальтового полімеру. Автори використовували три різні методи обгортання смугами BFRP — просте обгортання, спіральне та комбіноване. Кожен метод був застосований до однієї із трьох балок в експериментальній групі. Результати показали, що всі три методи зміцнення значно підвищили міцність зсуву балок (від 43% до 100%). Комбіноване обгортання показало найкращі результати.

У роботі [4] Радаікін О., Шарафутдінов Л. вивчали залізобетонні балки, посилені сталефібробетоном. Були отримані експериментальні результати з

оцінки міцності, жорсткості, тріщиностійкості та поведінки при руйнуванні з характером поширення тріщини для 4 досліджуваних зразків (два з кожухами, що зміцнюють, і два еталонних неукріплених зразка). У роботі [5] Xiuling Li, Jianan Qi, Yi Bao вивчали поведінку на вигин пошкоджених вогнем бетонних балок, посилених деформаційно-твердіючим цементним композитом. Було виготовлено одинадцять балок з різним коефіцієнтом армування. Вісім балок було пошкоджено внаслідок пожежі, шість із них відремонтовано з використанням полімерної тканини, армованої базальтовим волокном. Три балки використовувалися як контрольні. Усі балки були випробувані на чотириточковий вигин до руйнування. Результати показали, що запропонований метод посилення здатний збільшити несучу здатність, жорсткість та тріщиностійкість балок. Mohammed Elghazy, Ahmed El Refai, Usama A Ebead, Antonio Nanni у роботі [6] розглянули втомну та монотонну поведінку залізобетонних балок, пошкоджених корозією, посилених композитами з армуванням цементної матриці тканиною. В експерименті досліджено дванадцять балок. Параметри випробувань включали матеріал тканини, кількість шарів армованої тканини цементної матриці, конфігурацію підсилення та тип навантаження.

Дослідження [7] стосується зміцнення на зсув та відновлення повномасштабних залізобетонних балок. Зразки балок поділяються на два набори: попередньо пошкоджені балки, що вийшли з ладу при зсуві і непошкоджені первинні балки. За результатами випробувань було отримано відновлення та покращення міцності на зсув за допомогою смужок з полімеру, армованого вуглецевим волокном та порівняно з початковою міцністю балок або міцністю еквівалентних незміцнених еталонних балок.

Ning Zhuang, Honghan Dong, Da Chen, Yeming Ma у роботі [8] представили результати експериментів зі старими та серйозно пошкодженими залізобетонними балками, посиленими за допомогою різних комбінацій зовнішніх ламінатів з армованого вуглецевим волокном полімеру та торцевих кріплень. Було випробувано сім залізобетонних балок розміром 250×200×2300 мм. Варіювалися різні параметри, у тому числі, розмір і положення вуглепластика, довжина з'єднання і торцеве анкерування, що дозволило зробити висновки про пластичність балки, реакцію відхилення від навантаження в середині прольоту і характер відмови.

Md Ashraful Alam і Zamin Jumaat у роботі [9] розглядали посилення залізобетонної балки із зовнішнім приклеюванням сталевої пластини або ламінату, армованого полімером. До переваг зовнішнього армування автори відносять економічність, простоту обслуговування та можливість посилити частину конструкції у процесі її експлуатації. Недоліком цього способу, однак,

є передчасне відшарування скріплених зовні смуг, що є крихким та небажаним видом руйнування. Зроблено висновок, що ремонт сильно пошкоджених зсувом залізобетонних балок із сталевими пластинами з використанням сталевих та клейових з'єднувачів може повністю відновити початкову здатність балок до зсуву.

У роботі [10] розглянуто ефективність використання вуглепластику, як метод посилення залізобетонних балок, що зазнають ударного навантаження. Розглядаються характеристики залізобетонних балок із використанням полімеру, армованого вуглецевим волокном, при впливі вибухового навантаження. Проведено чисельний аналіз із використанням програмного забезпечення ABAQUS.

Мета. Метою роботи було дослідження несучої здатності балки, пошкодженої під час бойових дій, яку посилили сталефібробетоном.

Матеріали та методи дослідження. Всі дослідження проводилися на базі лабораторій кафедр будівельної механіки та опору матеріалів Одеської державної академії будівництва та архітектури. Для виготовлення зразків матеріалу під час замішування бетонної маси рівномірно додавалася фібра, загальний обсяг якої становив 2% від самого виробу. В ході попередніх досліджень був визначений оптимальний обсяг фібри, який склав 1%, але для підсилення пошкодженої конструкцій він був збільшений вдвічі. Випробування проводилися на призмах і кубах, розмірами 100x100x400 мм і 100x100x100 мм відповідно, витриманих 28 доби. Призми і куби виготовлені згідно з нормативними документами [10]. Виготовлене по 2 групи призм і кубиків. Одну — зі звичайного бетону (з розмірами великого заповнювача до 10 мм) класу С20/25, і другу — з анкерною сталевою фіброю. Кожна група складалася із шести зразків.

Для дослідження балок використано експериментальні методи механіки, метод тензометрування.

Результати та обговорення.

Для проведення експериментальних досліджень був розроблений спеціальний стенд, що складається з жорсткої металевої станини складового перерізу та двох металевих тяжів ∅46 мм (рис. 1). Верхня частина стрижнів закінчується різьбленням, за допомогою якого фіксується траверса, що слугує упором для зразкового динамометра. Фіксація траверси здійснюється за допомогою гайок.

Плоско-поперечний вигин навантаження випробовуваної балки створюється за допомогою гідравлічного домкрата і металевої двотаврової балки траверсою, що передає на балку дві рівні зосереджені сили.

Навантаження, що створюється, контролюється зразковим динамометром системи Токаря і кільцевим динамометром, що виконує роль опори.

У процесі випробувань фіксувалося навантаження, що передається на балку, прогини та деформації окремих волокон бетону.

Рис. 1. Випробувальний стенд

Навантаження прикладали ступенями по 0,05 від руйнуючого, величину якого визначили в ході попередніх навантажень. Як руйнівне, приймали навантаження, при якому відбувалося різке збільшення швидкості деформування окремих волокон бетону.

За кожним ступенем навантаження слідувала витримка 8-10 хвилин. Між ступенями навантаження відстежувався процес початку та розвитку тріщиноутворення. Прогини вимірювали за допомогою прогиноміру Максимова, а деформації — індикаторами годинного типу з ціною поділу 0,01 мм. Індикатори розташовувалися у характерних зонах роботи балки. Перші чотири індикатори розташовані в середній частині балки, де є чистий вигин. Ще 6 індикаторів у зонах передачі навантаження. База вимірів деформацій усіх індикаторів — 24 см.

Програмою випробувань передбачено дослідження серії балок із різним характером ушкоджень. Варіювалася зона пошкодження (розтягнута та стисла),

геометрія зони пошкодження та спосіб посилення. У цій роботі описуються результати посилення балки, переріз якої на 20% пошкоджено в середній стислій зоні, а форма пошкодження має вигляд плавної кривої (рис. 2).

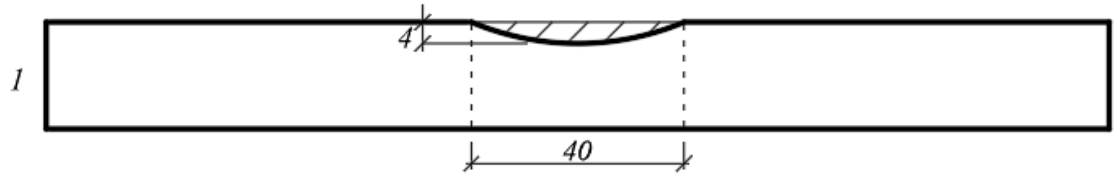


Рис. 2. Характер пошкодження балки

Дослідження проводили на балках прямокутного перерізу розмірами 200х120мм, армованих двома вертикальними каркасами (рис. 3). Нижня поздовжня арматура — $\varnothing 12$ мм, верхня — $\varnothing 8$ мм. Для поперечного армування використовували стрижні $\varnothing 6$ мм з кроком 87,5мм. У зоні прольоту зрізу поперечне армування виконане стрижнями $\varnothing 4$ мм. Довжина прольоту зрізу $2h_0$. Робоча висота перерізу 170мм.

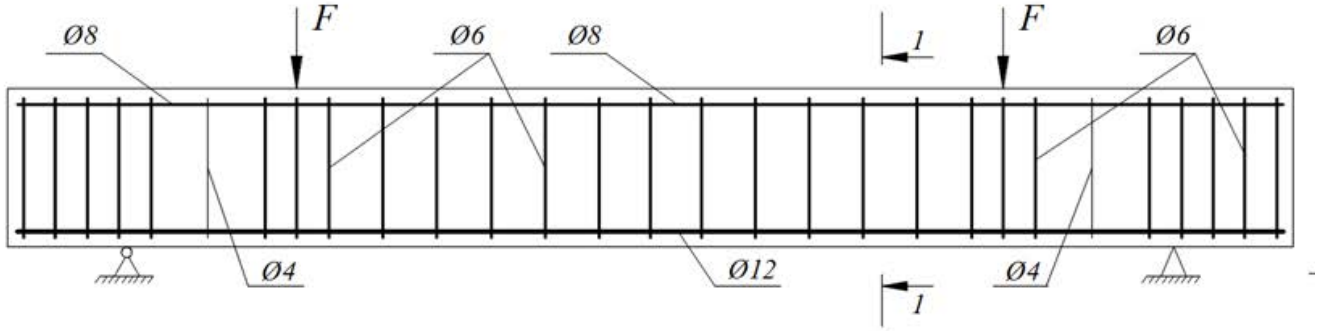


Рис. 3. Армування балок

Перед бетонуванням у зоні запланованого пошкодження встановлювався пінопластовий вкладиш, форма та розміри якого відповідали запланованому пошкодженню. Після набору бетоном 70% марочної міцності вкладиш витягувався, а порожнина, що утворилася, заповнювалася 2% сумішшю з фібробетону.

Несуча здатність пошкодженої балки дорівнювала 80,6кН, що становить 89,5% несучої здатності непошкодженої балки (90,1кН). Тріщиноутворення почалося 4-му етапі навантаження, коли величина навантаження становила 16,1кН, тобто 20% несучої здатності пошкодженої балки. При цьому в зоні чистого вигину утворилися 10 тріщин, ширина розкриття яких не перевищувала половини ціни поділу мікроскопа, що становить 0,005 мм. На наступних восьми етапах навантаження (до величини 48,4кН) нових тріщин не спостерігалося, а ширина розкриття всіх, що раніше утворилися, збільшилася вдвічі – досягла 0,01мм (рис. 4). На 12, 13 та 19 етапах навантаження з'явилися ще 4 тріщини

(табл. 1). Ширину розкриття тріщин на момент руйнування балки наведено в табл. 1.

Рис. 4. Утворення тріщин у пошкодженій балці

Таблиця 1

Тріщини у пошкодженій балці

Ступень навантаження	Величина навантаження, *кН*	Номер тріщини	Кінцева ширина розкриття, *мм*
1	4,03		
2	8,06		
3	12,1		
4	16,1		
5	20,1		
6	24,2	1-10	1,5,7 — 0,2; 2,4,9 — 0,15; 3,6,8 — 0,1; 10 — 0,25
7	28,2		
8	32,2		
9	36,3		
10	40,3		
11	44,3		
12	48,4	11	0,5
13	52,4	12-13	12 — 1,2; 13 — 0,6
14	56,4		
15	60,4		
16	65,5		
17	68,5		
18	72,5		
19	76,6	14	14 — 0,3
20	80,6		

Слід зазначити, що до навантаження 68,5кН, що становить 85% несучої здатності пошкодженої балки, сталефібробетонний вкладиш працював із балкою практично як єдине ціле. А на 17 етапі навантаження стисла зона бетону почала «видавлювати» вкладиш. Процес «видавлювання», на наш погляд, можна пояснити плавною поверхнею пошкодження. Це припущення буде перевірено у наступних експериментах за іншої форми пошкодження.

Висновки

Таким чином, проведені експериментальні дослідження показали, що балка, переріз якої на 20% пошкоджено в середній стислій зоні, а форма пошкодження має вигляд плавної кривої, має несучу здатність 80,6кН, що становить 89,5% несучої здатності неушкодженої балки (90,1кН). Тріщиноутворення почалося 4-му етапі навантаження, коли величина навантаження становила 16,1кН, тобто 20% несучої здатності пошкодженої балки. При цьому в зоні чистого вигину утворилися 10 тріщин, ширина розкриття яких не перевищувала половини ціни поділу мікроскопа, що становить 0,005 мм. На наступних восьми етапах навантаження (до величини 48,4кН) нових тріщин не спостерігалося, а ширина розкриття всіх, що раніше утворилися, збільшилася вдвічі — досягла 0,01мм. На 12, 13 та 19 етапах навантаження з'явилися ще 4 тріщини. Максимальна кінцева ширина розкриття тріщин становила 1,2 мм. До навантаження 68,5кН, що становить 85% несучої здатності пошкодженої балки, сталефібробетонний вкладиш працює з балкою практично як єдине ціле, а потім стиснута зона бетону видавлює вкладиш. Тим не менш, можна стверджувати, що посилення балки з 20% пошкодженням у стислій зоні розглянутим у роботі способом, дозволяє досягти її несучої здатності, яка становить майже 90% несучої здатності непошкодженої балки.

Список літератури

1. Балдин Д.Ю., Краев А.Н., Жайсамбаев Е.А. Сравнительный анализ способов усиления железобетонных тавровых балок // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2020 №2, https://t-s.today/PDF/05SATS220.pdf (доступ свободный). DOI: 10.15862/05SATS220.

2. Nabil F Grace, G. A. Sayed, A. K. Soliman, K. R. Saleh. Strengthening Reinforced Concrete Beams Using Fiber Reinforced Polymer (FRP) Laminates. ACI Structural Journal. September 1999. 188(8).

3. Ali Saribiyik, Bassel Abodan, Muhammed Talha Balci. Experimental study on shear strengthening of RC beams with basalt FRP strips using different wrapping methods, Engineering Science and Technology,Volume 24, Issue 1, February 2021, Pages 192-204. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.06.003

4. Radaikin Oleg, Sharafutdinov Linar. Reinforced concrete beams strengthened with steel fiber concrete. August 2020 IOP Conference Series Materials Science and Engineering 890(1):012045. DOI:10.1088/1757-899X/890/1/012045

5. Xiuling Li, Jianan Qi, Yi Bao. Flexural behavior of fire-damaged concrete beams repaired with strain-hardening cementitious composite. June 2022. Engineering Structures 261(6):114305. DOI:10.1016/j.engstruct.2022.114305.

6. Mohammed Elghazy, Ahmed El Refai, Usama A Ebead, Antonio Nanni. Fatigue and Monotonic Behaviors of Corrosion-Damaged Reinforced Concrete Beams Strengthened with FRCM Composites. April 2018. Journal of Composites for Construction 22(5). DOI:10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000875.

7. Karzad, Abdul. (2020). Shear Strengthening of Reinforced Concrete Beams Using Fiber Reinforced Polymer. DOI:10.13140/RG.2.2.15656.52484.

8. Ning Zhuang, Honghan Dong, Da Chen, Yeming Ma.Experimental Study of Aged and Seriously Damaged RC Beams Strengthened Using CFRP Composites. October 2018. Advances in Materials Science and Engineering 2018(6):1-9. DOI:10.1155/2018/6260724

9. Md Ashraful Alam, Ali Sami Abdul Jabbar, Zamin Jumaat, Kamal Nasharuddin Mustapha. Effective Method of Repairing RC Beam Using Externally Bonded Steel Plate. June 2014. Applied Mechanics and Materials 567:399-404. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.567.399

10. Ali Jahami, Yehya Temsah, Jamal Khatib. The efficiency of using CFRP as a strengthening technique for reinforced concrete beams subjected to blast loading. International Journal of Advanced Structural Engineering. Pp. 411–420 (2019)

11. ДСТУ Б В.2.7-214:2009 Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 43 с.

12. Изделия строительные бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости: ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). – [Введен с 1995-11-16]. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. - IV, 30 с. – (Національний стандарт України).

Doctor of Science, Professor **Mykola Surianinov**,
PhD **Stepan Neutov**, Postgraduate **Vakhtanh Yesvandzhyia**,
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa

BEARING CAPACITY OF A BEAM DAMAGED DURING COMBAT ACTIONS STRENGTHENED WITH THE USE OF FIBER CONCRETE

The paper presents the results of a study of the load-bearing capacity of a beam damaged during hostilities, which was reinforced with steel-reinforced concrete. A beam with 20 percent damage in the compression zone is considered. Before concreting, a foam insert was installed in the area of the planned damage, the shape

and dimensions of which corresponded to the planned damage. After the concrete was set to 70% grade strength, the liner was pulled out, and the resulting cavity was filled with a 2% mixture of fiber concrete. This is one of the beam strengthening options in a comprehensive damaged beam testing program, which involves the study of a series of beams with different types of damage, varying damage zone (tensile and compression) and its magnitude, geometry and method of strengthening. The authors developed a special stand for testing. The load-bearing capacity of the damaged beam reinforced with fiber concrete was 80.6 kN, or 89.5% of the load-bearing capacity of the intact beam. Cracking started at the 4th load stage, when the load value was 16.1 kN, or 20% of the bearing capacity of the damaged beam. At the same time, 10 cracks formed in the zone of pure bending, the opening width of which did not exceed half the price of the microscope division, which is 0.005 mm. At the next eight stages of loading (up to 48.4kN), no new cracks were observed, and the width of the opening of all the ones that had previously formed doubled - it reached 0.01mm. At the 12th, 13th and 19th stages of loading, 4 more cracks appeared. The maximum final crack opening width was 1.2 mm. Up to a load of 68.5kN, which is 85% of the load-bearing capacity of the damaged beam, the reinforced concrete liner works with the beam almost as a unit, and then the compressed zone of concrete squeezes out the liner. It is claimed that the strengthening of a beam with 20% damage in the compressed zone in the manner considered in the work allows to achieve its bearing capacity, which is almost 90% of the bearing capacity of an undamaged beam.

Keywords: damaged beam; reinforced concrete; experiment; test bench; bearing capacity; crack.

REFERENSES

1. Baldin D.Yu., Kraev A.N., Zhaisambaev E.A. Comparative analysis of methods for strengthening reinforced concrete T-beams // Internet magazine “Transport Structures”, 2020 No. 2, https://t-s.today/PDF/05SATS220.pdf (free access). DOI: 10.15862/05SATS220. {in Russian}

2. Nabil F Grace, G. A. Sayed, A. K. Soliman, K. R. Saleh. Strengthening Reinforced Concrete Beams Using Fiber Reinforced Polymer (FRP) Laminates. ACI Structural Journal. September 1999. 188(8). {in English}

3. Ali Saribiyik, Bassel Abodan, Muhammed Talha Balci. Experimental study on shear strengthening of RC beams with basalt FRP strips using different wrapping methods, Engineering Science and Technology,Volume 24, Issue 1, February 2021, Pages 192-204. https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.06.003. {in English}

4. Radaikin Oleg, Sharafutdinov Linar. Reinforced concrete beams strengthened with steel fiber concrete. August 2020 IOP Conference Series Materials Science and Engineering 890(1):012045. DOI:10.1088/1757-899X/890/1/012045. {in English}

5. Xiuling Li, Jianan Qi, Yi Bao. Flexural behavior of fire-damaged concrete beams repaired with strain-hardening cementitious composite. June 2022. Engineering Structures 261(6):114305. DOI:10.1016/j.engstruct.2022.114305. {in English}

6. Mohammed Elghazy, Ahmed El Refai, Usama A Ebead, Antonio Nanni. Fatigue and Monotonic Behaviors of Corrosion-Damaged Reinforced Concrete Beams Strengthened with FRCM Composites. April 2018. Journal of Composites for Construction 22(5). DOI:10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000875. {in English}

7. Karzad, Abdul. (2020). Shear Strengthening of Reinforced Concrete Beams Using Fiber Reinforced Polymer. DOI:10.13140/RG.2.2.15656.52484. {in English}

8. Ning Zhuang, Honghan Dong, Da Chen, Yeming Ma.Experimental Study of Aged and Seriously Damaged RC Beams Strengthened Using CFRP Composites. October 2018. Advances in Materials Science and Engineering 2018(6):1-9. DOI:10.1155/2018/6260724. {in English}

9. Md Ashraful Alam, Ali Sami Abdul Jabbar, Zamin Jumaat, Kamal Nasharuddin Mustapha. Effective Method of Repairing RC Beam Using Externally Bonded Steel Plate. June 2014. Applied Mechanics and Materials 567:399-404. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMM.567.399. {in English}

10. Ali Jahami, Yehya Temsah, Jamal Khatib. The efficiency of using CFRP as a strengthening technique for reinforced concrete beams subjected to blast loading. International Journal of Advanced Structural Engineering. Ст. 411–420 (2019). {in English}

11. DSTU B V.2.7-214:2009 Concretes. Methods of determination of strength according to control samples. K.: Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2010. 43 p. {in Ukranian}.

12. DSTU B V.2.6-7-95 (HOST 8829-94). (1997). *Izdelyia stroytelnye betonnye i zhelezobetonnye sbornye. Metody yspytanii nahruzheniem. Pravyla otsenki prochnosti, zhestkosti i treshchinostoikosti* [Products building concrete and reinforced concrete prefabricated. Load test methods. Rules for assessing strength, stiffness and crack resistance]. [Vveden s 1995-11-16]. K.: Derzhavnyi komitet Ukrainy u spravakh mistobuduvannia i arkhitektury. IV. (Natsionalnyi standart Ukrainy). {in Ukranian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.223-239
УДК 534.014.3

к.т.н., доцент **Човнюк Ю. В.**,
ychovnyuk@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0608-0203,
к.т.н., доцент **Кравчук В.Т.**, vtk1@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5213-3644,
доцент **Чередніченко П.П.**, petro_che@ukr.net, ORCID: 0000-0001-7161-661X,
к.т.н., доцент **Остапущенко О.П.**,
olga_ost_17@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8114-349X,
Київський національний університет будівництва

ПОТУЖНОСТІ ПРИ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАННЯХ ПРИВОДІВ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ, ТРАНСПОРТУЮЧИХ І ВІБРОФОРМУЮЧИХ БЕТОННІ СУМІШІ МАШИН ТА МЕХАНІЗМІВ

Мета дослідження полягає у деталізації видів механічної потужності при гармонічних коливаннях, які виникають у приводах вантажопідйомних, транспортуючих і віброформуючих бетонні суміші машин та механізмів. У зв'язку з незворотністю теплової енергії її похідна приймає лише додатні значення. Разом з тим похідні можна взяти як від потенціальної, так і від кінетичної енергії. Однак найбільш цікавим є випадок гармонічних коливань приводів вказаних машин та механізмів, за яких похідні (миттєві потужності) необхідно представляють собою знакозмінні функції, що принципово відрізняє їх від теплової потужності. Аналогом кінетичної енергії в електротехніці є енергія магнітного поля котушки індуктивності, аналогом потенціальної енергії − енергія електричного поля конденсатора, а механічну теплову енергію замінює теплова ж енергія, яка розсіюється резистором. У роботі показано, що при механічних коливаннях приводів вантажопідйомних, транспортуючих та віброформуючих бетонні суміші машин та механізмів розвивається не тільки теплова потужність (додатнього знаку), але й знакозмінні реактивні потужності, котрі характеризують зворотність кінетичної та потенціальної енергій. Тут під активною потужністю розуміють середнє за півперіоду значення миттєвої потужності, а під реактивною − амплітудне значення. Повна механічна потужність приводів машин та механізмів, з однієї сторони, описується формулою Піфагора, а з іншої − дорівнює добутку діючих значень гармонічних величин. Особливістю комплексного представлення є те, що при обчисленні повної потужності один з векторів, які перемножуються, повинен бути спряженим. Представлення про механічні реактивну, активну та повну потужності − це узагальнення відповідних понять з електротехніки, що є проявом електромеханічного дуалізму. Оскільки у більшості машин та механізмів приводи переважно електромеханічні, механічна реактивна

потужність трансформується у електричну реактивну потужність мережі, погіршуючи тим самим якість електроенергії. У зв'язку з цим врахування механічної реактивної потужності має доволі велике значення.

Ключові слова: механічна потужність; кінетична енергія; потенціальна енергія; комплексне представлення; векторне представлення; резонанси; приводи; вантажопідйомні; транспортуючі; віброформуючі машини; трансформація механічної потужності.

Постановка проблеми. Механічна енергія (у т.ч. приводів машин та механізмів різного класу) буває зворотньою − потенціальна та кінетичнаv а також незворотнью, наприклад, теплова за різних видів тертя. У якості механічної потужності прийнято вважати часову похідну від останньої. У зв'язку з незворотністю теплової енергії її похідна приймає тільки додатні значення.

Разом з тим, похідні можуть бути взяті як від потенціальної, так і від кінетичної енергії. Найбільш цікавим є випадок гармонічних коливань [1-4], за яких похідні (миттєві потужності) є знакозмінними функціями, що принципово відрізняє їх від теплової потужності.

Аналогом кінетичної енергії у електротехніці є енергія магнітного поля котушки індуктивності, аналогом потенціальної енергії − енергія електричного поля конденсатора, а аналогом механічної теплової енергії − теж теплова енергія, яка розсіюється опором (резистором).

Отже, необхідно деталізувати види механічної потужності при гармонічних коливаннях приводів вантажопідйомних, транспортуючих та віброформуючих бетонні суміші машин і механізмів.

Актуальність даного дослідження обумовлена тим, що механічні коливання широко розповсюджені у різноманітних технологічних процесах [5-10]. Оскільки приводи вказаних вище машин та механізмів є переважно електромеханічними, механічна реактивна потужність трансформується у електричну реактивну потужність мережі [11-13], погіршуючі якість електроенергії [14-17]. У зв'язку з цим врахування механічної реактивної потужності має важливе значення.

Аналіз публікацій по темі дослідження. Питанням стабілізації амплітуди коливань механічних систем, синтезу законів управління режимами роботи (автоматизованих) вібраційних установок (у т.ч. мехатронного типу) присвячені роботи [1-8]. Прикладний системний аналіз та структурне математичне моделювання динаміки транспортуючих, вантажопідйомних та технологічних машин різних видів проведені у роботах [9, 10]. Автори [14-17] досліджують питання компенсації реактивної потужності у електричних мережах.

Символічний (комплексний) метод для розрахунку складних механічних систем при гармонічних впливах, математичні моделі резонансних/антирезонансних процесів, інертні реактанси вібраційних машин, “ортогональні” потужності при механічних коливаннях вивчені у [18-23]. Проте всебічний аналіз трансформації механічної потужності при гармонічних коливаннях приводів вантажопідйомних, транспортуючих та віброформуючих бетонні суміші машин і механізмів, на думку авторів даного дослідження, не проведений. Саме цьому і присвячена дана робота.

Мета роботи полягає у деталізації видів механічної потужності при гармонічних коливаннях приводів вантажопідйомних, транспортуючих та віброформуючих бетонні суміші машин і механізмів, обгрунтуванні моделі процесів трансформації механічної потужності у вказаних машинах/механізмах задля виявлення у них резонансних режимів поглинання енергії оброблюваним середовищем (бетонною сумішшю) і оптимізації режимів експлуатації таких технологічних машин в умовах високої (економічної) ефективності та заощадження енергетичних ресурсів.

Виклад основного змісту дослідження.

Метод електромеханічних аналогій вперше був введений і обгрунтований у науковій літературі у 1873 році Дж.К.Максвеллом [24]:

- v (швидкість) → I (струм);
- F (сила) → U (напруга);
- m (маса) → L (індуктивність);
- k (коефіцієнт пружності) → $1/C$ (C − ємність);
- r (коефіцієнт в’язкого опору) → R (опір).

В 1919 р. Вебстер ввів у механіку запозичене з електротехніки поняття про механічні реактанси, які є аналогами електричних реактивних опорів [24]:

- ωm (інертний реактанс) → ωL (індуктивний опір;
- k/ω (пружний реактанс) → $1/(\omega C)$ (ємнісний опір);

тут ω − кругова частота коливань, а m −маса.

У відповідності з поданою системою аналогій формула закону Ома для ділянки електричного кола $U = IZ$, де $\underline{\underline{Z}} = \sqrt{\left[\omega L - 1/(\omega C)\right]^2 + R^2}$ − повний опір, має дуально механічний вираз: $F = V\overline{\overline{Z}}$, де V − швидкість, $\overline{\overline{Z}}$ − повний механічний опір або механічний імпеданс (impedance) − $\overline{\overline{Z}} = \sqrt{(m\omega - k/\omega)^2 + r^2}$ (кг·с$^{-1}$), як у зв’язку з дуальною відповідністю, так і тому, що у його склад входять інертний та пружний реактанси.

Механічний реактанс (reactance): $x = m\omega - k/\omega$.

При $x = 0$ утворюється відома формула $\omega = \sqrt{k/m}$.

Має місце резонанс сил, якщо при цьому $r = 0$, тоді й $\overline{Z} = 0$. Фізичний зміст цього полягає у тому, що система не справляє опору зовнішньому силовому гармонічному впливу [18].

У основі подальшого розгляду лежить електромеханічний дуалізм або ізоморфність у математичному сенсі електричних та механічних явищ і процесів.

Миттєва механічна потужність дорівнює похідній по часу від кінетичної енергії інертного тіла, а обчислюється як:

$$q_m = \frac{d}{dt}\left(\frac{mv^2}{2}\right) = mv \cdot \frac{dv}{dt} = mav = f_a v,$$

де a − прискорення, $f_a = ma$ − сила.

Інакше кажучи, миттєва механічна потужність дорівнює добутку миттєвих значень сили (f_a) та швидкості (v), що й буде використовано у подальшому дослідженні.

<u>Потужність, яка розвивається при вимушених гармонічних коливаннях інертного тіла.</u>

Рух тіла (бетонної суміші як системи із зосередженими параметрами − дискретної системи) описується відомим виразом: $x = l\sin\omega t$. Відповідно, миттєва швидкість визначається як $v = \dot{x} = \omega l\cos\omega t = v_m\cos\omega t,\ v_m = \omega l$.

В електротехніці встановлено, що для гармонічної величини діюче значення менше амплітудного в $\sqrt{2}$:

$$V = \frac{v_m}{\sqrt{2}} = \frac{\omega l}{\sqrt{2}}. \tag{1}$$

У відповідності з основною аксіомою механіки, відомою як другий закон Ньютона, формула для сили має вид:

$$f_a = m\ddot{x} = -m\omega^2 l\sin\omega t. \tag{2}$$

Формула для сили тертя, яка пропорційна швидкості, має вигляд:

$$f_\mu = \mu\dot{x} = \mu\omega l\cos\omega t. \tag{3}$$

Результуюча сила дорівнює сумі сил у відповідності з формулами (2) та (3):

$$f = f_a + f_\mu = -m\omega^2 l\sin\omega t + \mu\omega l\cos\omega t = \omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2} \times$$
$$\times\left(\frac{\mu}{\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}} \cdot \cos\omega t - \frac{m\omega}{\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}} \cdot \sin\omega t\right).$$

Для зручності подальших перетворень можна позначити: $\varphi = arctg\left(m\omega/\mu\right)$.

Із урахуванням цього виразу для результуючої сили матимемо:

$$f = \left\{\omega l\sqrt{\mu^2 + \omega^2 m^2}\right\} \cdot \left(\cos\varphi \cdot \cos\omega t - \sin\varphi \cdot \sin\omega t\right) =$$
$$= \omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2} \cdot \cos\left(\varphi + \omega t\right).$$

Зрозуміло, що амплітуда миттєвого значення сили знаходиться як $F_m = \omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}$.

Діюче значення результуючої сили за аналогією з виразом для швидкості (1) дорівнює:

$$F = \frac{F_m}{\sqrt{2}} = \frac{\omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}}{\sqrt{2}}. \tag{4}$$

Миттєва результуюча потужність при вимушених гармонічних коливаннях інертного тіла буде мати насамперед вид:

$$\begin{aligned} S &= fv = \omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2} \cdot \cos\left(\omega t + \varphi\right) \cdot \omega l \cdot \cos\omega t = \\ &= \frac{1}{2}\omega^2 l^2\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2} \cdot \left\{\cos\left(2\omega t + \varphi\right) + \cos\varphi\right\} = FV\left\{\cos\left(2\omega t + \varphi\right) + \cos\varphi\right\} = \\ &= FV\left\{\cos\varphi + \cos 2\omega t \cdot \cos\varphi - \sin 2\omega t \cdot \sin\varphi\right\} = \\ &= FV\cos\varphi\left(1 + \cos 2\omega t\right) - FV\sin\varphi\sin 2\omega t = p + q_i. \end{aligned} \tag{5}$$

В електротехніці існує вираз для миттєвої електричної потужності, аналогічний (5) із замінами: $F \to U$, $V \to I$. У відповідності з ним визначають активну електричну потужність: $P = UI\cos\varphi$, тому активну (теплову) механічну потужність теж слід визначати як

$$p = FV\cos\varphi. \tag{6}$$

Зрозуміло, що гармонічні сила та швидкість здійснюють коливання із зсувом фаз, який складає φ. В електроенергетиці величина $\cos\varphi$ грає ключову роль для визначення якості електроенергії.

З наведеної формули визначають реактивну електричну потужність: $Q = UI\sin\varphi$. Тому реактивну (інерційну) механічну потужність теж слід визначати як

$$q_i = FV\sin\varphi. \tag{7}$$

З формули (5) випливає, що під активною потужністю розуміють середнє за півперіоду значення миттєвої потужності, а під реактивною − амплітудне значення. В електротехніці саме так відбувається (аналогічним чином).

Іншим узагальненням з електротехніки є повна механічна потужність:

$$S = FV = \sqrt{q_i^2 + p^2}. \tag{8}$$

Вона цікава тим, що, з однієї сторони, описується формулою Піфагора, а з іншої − дорівнює добутку діючих значень гармонічних величин.

Маючи на увазі (1), (5) та (8):

$$q_i = FV\sin\varphi = \frac{\omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\omega l}{\sqrt{2}} \cdot \frac{m\omega}{\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}} = \frac{ml^2\omega^3}{2}. \qquad (9)$$

При цьому: $f_a v = -ml\omega^2 \cdot \sin\omega t \cdot \omega l \cdot \cos\omega t = -0{,}5ml^2\omega^3 \cdot \sin 2\omega t =$
$= -F_a V \sin 2\omega t = -Q_i \sin 2\omega t.$

Це відповідає виразам (5) та (9).

Маючи на увазі (1), (4) та (6):

$$p = FV\cos\varphi = \frac{\omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\omega l}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\mu}{\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}} = \frac{\mu l^2\omega^2}{2}. \qquad (10)$$

При цьому: $f_\mu v = \mu\omega l \cdot \cos\omega t \cdot \omega l \cdot \cos\omega t = 0{,}5\mu\omega^2 l^2 \cdot (1 + \cos 2\omega t) =$
$= F_\mu V (1 + \cos 2\omega t) = p(1 + \cos 2\omega t).$

Це відповідає виразам (5) та (10).

Враховуючи (8),(9) та (10):

$$S = FV = \frac{\omega l\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\omega l}{\sqrt{2}} = \frac{\omega^2 l^2\sqrt{\mu^2 + m^2\omega^2}}{2}.$$

<u>Потужність, яка розвивається при пружних деформаціях.</u>

Вираз для сили має вид : $f_k = kx = kl\sin\omega t$. Враховуючи (3), результуюча механічна сила буде обчислюватись як $f = f_k + f_\mu = kl\sin\omega t + \mu\omega l\cos\omega t =$

$$= l\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2} \cdot \left\{ \frac{k}{\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2}} \cdot \sin\omega t + \frac{\mu\omega}{\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2}} \cdot \cos\omega t \right\}.$$

Для зручності подальших перетворень можна позначити $\varphi = arctg\left\{\frac{k}{\mu\omega}\right\}$.

Із урахуванням цього вираз для результуючої сили приймає наступний вигляд:

$$f = l\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2} \cdot \{\sin\varphi \cdot \sin\omega t + \cos\varphi \cdot \cos\omega t\} = l\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2} \cdot \cos(\omega t - \varphi).$$

Зрозуміло, що амплітуда миттєвого значення сили має вид:

$$F_m = l\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2}.$$

Діюче значення результуючої сили по аналогії з виразом для швидкості (1) дорівнює:

$$F = \frac{F_m}{\sqrt{2}} = \frac{l\sqrt{k^2 + \mu^2\omega^2}}{\sqrt{2}}. \qquad (11)$$

Миттєва результуюча потужність при вимушеній гармонічній деформації пружного тіла визначається як:

$$
\begin{aligned}
S &= fv = l\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}\cdot\cos(\omega t-\varphi)\cdot\omega l\cos\omega t = \\
&= 0{,}5\omega l^2\cdot\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}\cdot\{\cos(2\omega t-\varphi)+\cos\varphi\} = \\
&FV\cdot\{\cos(2\omega t-\varphi)+\cos\varphi\} = \\
&= FV\cdot\{\cos\varphi+\cos 2\omega t\cdot\cos\varphi+\sin 2\omega t\cdot\sin\varphi\} = \\
&= FV\cos\varphi\cdot(1+\cos 2\omega t)+FV\sin\varphi\cdot\sin 2\omega t = p+q_d.
\end{aligned}
\tag{12}
$$

Враховуючи (5), (6) та (10), активна механічна потужність при цьому знаходиться як:

$$
P = FV\cos\varphi = \frac{l\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\omega l}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\mu\omega}{\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}} = \frac{\mu\omega^2 l^2}{2}.
$$

Враховуючи (1), (7), (11) й (12), механічна реактивна (пружна) потужність буде мати наступний вид:

$$
Q_d = FV\sin\varphi = \frac{l\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}}{\sqrt{2}}\cdot\frac{\omega l}{\sqrt{2}}\cdot\frac{k}{\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}} = \frac{k\omega l^2}{2}. \tag{13}
$$

При цьому: $f_k v = kl\sin\omega t\cdot\omega l\cos\omega t = 0{,}5kl^2\omega\sin 2\omega t = F_k V\sin 2\omega t =$
$= Q_d\sin 2\omega t$.

Це відповідає виразам (12) та (13).

Зрозуміло, що повна потужність дорівнює:

$$
S = FV = \sqrt{Q_d^2+P^2} = \frac{l^2\omega\sqrt{k^2+\mu^2\omega^2}}{2}.
$$

<u>Потужність при коливаннях, які пов’язані з гравітаційним впливом.</u>

При відхиленні на кут α вантажу, який підвішений на канаті довжиною L, виникає момент: $M = mgL\alpha$. Нехай $\alpha = \alpha_0\sin\omega t$. Тоді:

$$
\dot{\alpha} = \alpha_0\omega\cos\omega t = \alpha_0\sqrt{\frac{g}{L}}\cos\omega t.
$$

Миттєва потужність має вид:

$$
q_g = M\dot{\alpha} = mgL\cdot\alpha_0\sin\omega t\cdot\alpha_0\sqrt{\frac{g}{L}}\cos\omega t = 0{,}5m\alpha_0^2\sqrt{g^3L}\sin 2\omega t.
$$

Її амплітуда і, відповідно, реактивна потужність гравітаційного впливу визначається як:

$$
Q_g = 0{,}5m\alpha_0^2\sqrt{g^3L}.
$$

З’ясуємо умови і закон зміни у часі $\alpha(t)$, за яких у період пуску кранової системи, що триває протягом проміжку часу $t\in[0;\tau_n]$, де τ_n – тривалість пуску вказаної системи, миттєва потужність коливань вантажу на канаті, обумовлена гравітаційним впливом, є мінімальною, тобто виконується наступний критерій якості такого руху:

$$\tilde{I} = \left[\frac{1}{\tau_n} \int_0^{\tau_n} \left\{ M\dot{\alpha} \right\}^2 dt \right]^{1/2} \Rightarrow \min .$$

Доволі легко встановити, що необхідною умовою реалізації критерію $\tilde{I} \Rightarrow \min$ є рівняння Ейлера-Пуассона виду:

$$\dot{\alpha}^2 + \alpha \cdot \ddot{\alpha} = 0 .$$

Розв'язок останнього рівняння має вид:

$$\alpha(t) = At^{1/2} + C .$$

В період пуску кранової системи $\alpha(0) = 0$, тому $C = 0$.

Для визначення коефіцієнта A слід використати умови безпечної експлуатації (нормативні вимоги), котрі слід забезпечити, а саме: $\alpha(t)\big|_{t=\tau_n} = \alpha_{норм.}$. Тоді для коефіцієнту A отримаємо:

$$A = \frac{\alpha_{норм.}}{(\tau_n)^{1/2}} .$$

Загалом, закон $\alpha(t)$ для виконання критерію $\tilde{I} \to \min$ набуває наступного вигляду:

$$\alpha(t) = \alpha_{норм.} \cdot \left(\frac{t}{\tau_n} \right)^{1/2} /$$

<u>Реактивна, активна та повна потужності у комплексному представленні.</u>

По аналогії з електротехнікою гармонічну величину можна подати у вигляді:

$a = A\sin(\omega t + \varphi) = \mathrm{Im}\left\{ Ae^{i(\omega t + \varphi)} \right\}$, де $Ae^{i(\omega t + \varphi)}$ − вектор, котрий обертається з круговою частотою ω у комплексній площині, $i^2 = -1$.

Вектори у комплексній площині зазвичай прийнято зображати для нульового моменту часу t. При цьому величина $Ae^{i(\omega t + \varphi)} = Ae^{i\varphi} = \dot{A}$ зветься комплексною амплітудою [18], φ −початкова фаза коливань. У [19] показано, що за інертного навантаження:

$$\dot{V}_m = V_m \exp(i \cdot \pi/2) .$$

Миттєва швидкість при цьому дорівнює:

$$v = V_m \cos\omega t = \mathrm{Im}\dot{V}_m .$$

Формули для діючих значень величин принципово не відрізняються:

$$\dot{V} = V \exp(i \cdot \pi/2), \ \dot{F} = F \exp\left(i \cdot \left[\frac{\pi}{2} + \varphi \right] \right).$$

Особливістю комплексного представлення, яке детально описане в електротехніці, є те, що при обчисленні повної потужності один з векторів, які перемножуються, повинен бути спряженим.

$$S = \dot{F}\dot{V} = F\exp\left\{i\cdot\left(\frac{\pi}{2}+\varphi\right)\right\}\cdot V\exp\{-i\cdot\pi/2\} = FV\exp\{i\varphi\} =$$

$$= FV\cos\varphi + iFV\sin\varphi = P + iQ_i.$$

Це вираз для інертного навантаження. Відмінністю пружного навантаження є те, що реактивна потужність має протилежний знак:

$$S = \dot{F}\dot{V} = F\exp\left\{i\cdot\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)\right\}\cdot V\exp\{-i\cdot\pi/2\} = FV\exp\{-i\varphi\} =$$

$$= FV\cos\varphi - iFV\sin\varphi = P + iQ_d.$$

При цьому: $P = \mathrm{Re}\{\dot{F}\dot{V}\}$; $Q = \mathrm{Im}\{\dot{F}\dot{V}\}$; $Q_i = -Q_d$.

<u>Механічні реактанси.</u>

Нехай до масивного виконавчого органу машини (вантажопідйомного, транспортуючого чи віброформуючого (бетонну суміш) типу) або відповідного механізму прикладена сила:

$$f = F_m\cos\omega t. \tag{14}$$

У відповідності з основною аксіомою механіки:

$$F_m\cos\omega t = m\frac{dv}{dt};\ \int_0^v dv = \frac{F_m}{m}\cdot\int_0^t\cos\omega t dt,\ v = \frac{F_m}{m\omega}\cdot\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right).$$

Звідси випливає, що амплітуда має вид:

$V_m = \dfrac{F_m}{\omega m} = \dfrac{F_m}{X_m}$, де X_m − інертний реактанс, $[X_m] = кг\cdot рад/с$.

Отриманий вираз можна подати у комплексному виді [20]:

$$\dot{V} = -i\cdot\frac{F_m}{\omega m} = \frac{F_m}{i\omega m} = \frac{F_m}{\underline{X_m}}. \tag{15}$$

Знак “–” обумовлений тим, що фаза миттєвої швидкості відстає від фази сили на $\pi/2$. Комплексні величини, які відповідають синусоїді, позначаються зазвичай точкою зверху, інші підкреслюються знизу.

У відповідності до (15) інертний реактанс має вид:

$$X_m = i\omega m.$$

Він характеризує властивість масивного тіла справляти/чинити опір приводу, який спонукається здійснювати коливання. Цілком закономірним є те, що він визначається масою та (круговою) частотою.

Відповідно до виразу (14) вектор сили орієнтований вподовж дійсної осі комплексної площини, тому згідно з формулою (15) вектор швидкості орієнтований вподовж уявної осі (тобто швидкість − чисто уявна). Миттєве значення реактивної (інерційної) потужності: $q_i = fv$.

Ця величина є уявною, оскільки є добутком уявної величини v на дійсну величину f.

Реактивна (інерційна) потужність у комплексному виді:

$$\dot{Q} = \dot{F}\dot{V}\,. \tag{16}$$

Реактивна (інерційна) потужність:

$$Q_i = \frac{F^2}{X_m} = V^2 X_m\,.$$

Сила тертя визначається формулою $f = \mu v$, звідси швидкість обчислюється як $v = f/\mu$.

Оскільки вектор сили орієнтований вподовж дійсної осі комплексної площини (14) й μ − дійсна величина, тоді величина є також дійсною.

Миттєве значення активної (теплової) потужності:

$$p = fv\,.$$

Активна потужність теж дійсна величина, оскільки є добутком дійсних величин.

<u>Активна потужність у комплексному виді.</u>

Відповідно до (15) та (16) реактивна (інертна) потужність представляє собою чисто уявну величину:

$$\dot{Q}_i = \dot{F}\dot{V} = -i \cdot \frac{\left(\dot{F}\right)^2}{\omega m}\,.$$

Активна (теплова) потужність за будь-якого характеру руху, наприклад, та, яка розвивається силою тертя ковзання, є дійсною величиною. У цьому зв'язку реактивна та активна потужності є умовно "ортогональними". Отже, відповідно повна механічна потужність визначається виразом (8).

Неважко показати, що формула пружного реактансу має вид:

$$\underline{X}_k = -i \cdot \frac{k}{\omega}\,.$$

Реактивна (пружно-деформаційна) потужність визначається виразом:

$$Q_d = \frac{F}{\underline{X}_k} = V^2 \underline{X}_k\,.$$

Ця потужність обумовлена здатністю пружного тіла запасати й повертати потенціальну енергію пружної деформації. Реактивна (пружно-деформаційна) потужність є чисто уявною величиною. Її знак протилежний знаку реактивної (інерційної) потужності [20,21].

Повна потужність також обчислюється за формулою (8).

У механічній системі, яка складається з пружини і вантажу, сума реактансів буде обчислюватись наступним чином:

$$\underline{X} = \underline{X}_m + \underline{X}_k = i\omega_0 m - i \cdot \frac{k}{\omega_0}\,.$$

Якщо вона дорівнює нулю, виникає резонанс:

$$i\omega_0 m - i \cdot \frac{k}{\omega_0} = 0 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}.$$

Активна та реактивна механічні потужності є умовно “ортогональними”, тому вони не складаються у звичайну суму. Для повної потужності справедливим є аналог теореми Піфагора (точно так, як у електротехніці). Інертний та пружний реактанси характеризують властивості масивного та пружного тіл (модель бетонної суміші) справляти супротив приводу, який спонукає ці тіла здійснювати коливання [21].

Останні дві формули демонструють переваги використання поняття про механічні реактанси та їх комплексне представлення.

У традиційному представленні для отримання формули власної частоти коливань маятника необхідно було розв’язати диференціальне рівняння другого порядку, тоді як у комплексному виді розв’язок вкладається у один рядок.

Механічні потужності у векторному представленні.

В основі комплексного представлення лежить ідея векторів, які обертаються у комплексній площині: той самий принцип може бути реалізований у тривимірному декартовому базисі.

З (6) та (7), (8) необхідно випливає наступне:

$$P = (F,V),\ Q = \|[F,V]\|,\ S^2 = (F,V)^2 + \|[F,V]\|^2.$$

Математична абстракція з проекціями векторів, які обертаються, має конкретну матеріальну основу у вигляді кривошипно-кулісних механізмів.

Можливість одночасного опису гармонічних величин за допомогою як векторного, так і комплексного представлення обумовлена їх математичною сумісністю. Комплексні величини по суті є двовимірними векторами у комплексній площині.

Використання поняття механічного реактансу/імпедансу для виявлення резонансних умов вібраційного формування бетонних сумішей у гармонічних полях впливу.

Як було вказано вище, повний механічний опір або механічний імпеданс (impedance) бетонної суміші, яка знаходиться у вібраційному гармонічному полі впливу (де відбувається процес її формування у щільну структуру), визначається через інертний, пружний реактанси і залежить від діючих у суміші сил опору (наприклад, в’язкого опору за І.Ньютоном): $z = \sqrt{(m\omega - k/\omega)^2 + r^2}$, де власне механічний реактансе (reactance): $x = m\omega - k/\omega$. При цьому сила, діюча ззовні на бетонну суміш, має величину $F = Vz$, де V − швидкість руху суміші. За $V = const$ мінімальним буде значення сили F, якщо $z \to 0$. Мінімальним значенням z буде на певній (резонансній) частоті системи (ω_{res}), коли врівноважуються між собою пружний та інерційний реактанси, а механічний реактанс при цьому дорівнює нулю:

$$x = 0 \Rightarrow \left(m\omega - k/\omega\right) = 0 \Rightarrow \omega = \omega_{res} = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow z = z_{\min} = r\,.$$

Отже, якщо частота зовнішнього силового гармонічного впливу на бетонну суміш, яка формується у вібраційному полі, співпадає з ω_{res} даної суміші (яка, у свою чергу, визначається механічними властивостями та характеристиками цієї суміші, а саме: масою та коефіцієнтом пружності), тоді силовий вплив стає мінімальним за величиною $F \to \min$ (при цьому, звичайно, $V = const$) . Цю обставину доцільно використовувати для ефективного та енергоощадного режиму формування/ущільнення різноманітних будівельних/бетонних сумішей.

Висновки.

1.При механічних гармонічних коливаннях приводів вантажопідйомних, транспортуючих та віброформуючих бетонні/будівельні суміші машин і механізмів розвивається теплова потужність (додатнього знаку) й знакозмінні реактивні потужності, котрі характеризують оборотність кінетичної та потенціальної енергій. Повна механічна потужність задовольняє формулі Піфагора.

2.Представлення про механічні реактивну, активну та повну потужності є узагальненням відповідних понять про потужності на теренах електротехніки, що є проявом електромеханічного дуалізму [22, 23].

3.В перспективі можливим є представлення розглянутих механічних величин з використанням алгебри кватерніонів над полем дійсних чисел [24].

4.Отримані у роботі результати можуть бути у подальшому використані, зокрема, для уточнення й вдосконалення існуючих інженерних методів розрахунку основних параметрів вібраційних машин, призначених для формування й ущільнення бетонних/будівельних сумішей, які працюють у високоефективних та енергоощадних режимах обробки вказаних будівельних матеріалів, а також при реальній експлуатації наявного (існуючого) технологічного обладнання для подібних цілей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурьян Ю.А., Балакин П.Д., Сорокин В.Н. К вопросу о стабилизации амплитуды колебаний механической системы. Омский научный вестник. 2014. №2 (130). С. 38-44.

2. Загривный Э.А., Иваник В.В. Стабилизация амплитуды колебаний авторезонансного асинхронного электропривода возвратно-вращательного движения динамически уравновешенного бурового снаряда на грузонесущем кабеле. Записки Горного института. 2011. Т.189. С. 91-94.

3. Шестаков В.М., Белокузов Е.В., Епишкин А.Е. Синтез законов управления режимами работы автоматизированных вибрационных установок. Электричество. 2013. №11. С. 31-36.

4. Попов И.П. Теория мультиинертного осциллятора. Проблемы машиностроения и автоматизации. 2020. №3. С. 88-91.

5. Бурьян Ю.А., Сорокин В.Н., Капелюховский А.А. Система управления интенсивностью излучения упругих волн скважинным генератором. Омский научный вестник. 2011. №1 (97). С. 75-79.

6. Пат.2624829 Рос. Федерация. Способ управления характеристикой вибрационного поля и устройство для его осуществления /С.В. Елисеев, А.В. Елисеев, А.П. Хоменко и др. №2015156775. Опубл.07.07.2017, Бюл.№19. 22 с.

7. Пат.2624757 Рос. Федерация. Способ управления структурой вибрационного поля вибрационной технологической машины на основе использования эффектов динамического гашения и устройство для его осуществления / С.В. Елисеев, А.В. Елисеев, Е.В. Каимов и др. №2016102236. Опубл. 06.07.2017, Бюл.№19. 15 с.

8. Управление мехатронными вибрационными установками / Б.Р. Андриевский, И.И. Блехман, Ю.А. Борцов и др. СПб: Наука, 2001. 278 с.

9. Елисеев С.В. Прикладной системный анализ и структурное математическое моделирование (динамика транспортных и технологических машин: связность движений, вибрационные взаимодействия, рычажные связи). Иркутск: изд-во ИрГУПС, 2018. 692 с.

10. Елисеев С.В., Артюнин А.И. Прикладная теория колебаний в задачах динамики линейных механических систем. Новосибирск: Наука, 2016. 459 с.

11. Васьков М.В., Тульский В.Н. Исследование вопроса компенсации реактивной мощности в электрических сетях «РОССЕТИ ЛЕНЭНЕРГО». Электроэнергия. Передача и распределение. 2019. №53 (14). С. 28-33.

12. К вопросу повышения эффективности энергосистем и обоснования компенсации реактивной мощности в электрических сетях / М.М. Султанов, А.В. Стрижиченко, И.А. Болдырев и др. Надежность и безопасность энергетики. 2020. Т.13. №4. С. 267-272.

13. Романовский В.В., Бежик А.С. Повышение качества электрической энергии в судовых электроэнергетических системах. Вестник гос. ун-та морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2021. Т.13. №1. С. 87-101.

14. Едемский С.Н., Пушкаренко И.И., Тригуб О.В. Использование устройства компенсации реактивной мощности СТАТКОМ в электроэнергетической системе. Энергобезопасность и энергосбережение. 2013. №3. С. 27-30.

15. Догадкин Д., Скупов Д., Губарина О. Компенсация реактивной мощности в распределительной сети ПАО “МОЭСК”. Электроэнергия. Передача и распределение. 2016. №6 (39). С. 6 0-62.

16. Павлов В.О. Автокомпенсация реактивной мощности в электрических сетях. Журнал Сибирского федерального ун-та. Техника и технологии. 2021. №14 (6). С. 684-688.

17. Павлов В.Д. Перетоки реактивной мощности между фазами. Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы: Материалы XI Всерос. научно-практ. конф. Рубцовск, 2021. С. 271-274.

18. Попов И.П. Применение символического (комплексного) метода для расчета сложных механических систем при гармонических воздействиях. Прикладная физика и математика. 2019. №4. С. 14-24.

19. Павлов В.Д. Математические модели резонансных и антирезонансных процессов. Вестник Урал.гос.ун-та путей сообщ. 2021. №1 (49). С. 17-27.

20. Попов И.П. Инертные реактансы вибрационных машин. Вестник Магнитогорск.гос.техн.ун-та им. Г.И.Носова. 2019. Т.17. №4. С. 52-55.

21. Попов И.П. "Ортогональные" мощности при механических колебаниях. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2019. №6 (338). С. 12-15.

22. Попов И.П. Зависимость реактивного сопротивления пьезоэлектрического преобразователя от механических параметров его нагрузки. Научно-техн. вестник информац. технологий, механики и оптики. 2013. №5 (87). С. 94-98.

23. Павлов В.Д. Энергетика излучения электрического заряда и ее следствия. Известия Уфимского научн. центра РАН. 2021. №4. С. 5-8.

24. Павлов В.Д. Механическая мощность при гармонических воздействиях. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. №1 (73). С. 30-38.

Ph.D., Professor ISA **Chovnyuk Yurii**,
Ph.D., Associate Professor **Kravchyuk Volodymyr**,
Associate Professor **Cherednichenko Petro**,
Ph.D., Associate Professor **Ostapushchenko Olga**
Kyiv National University of Construction and Architecture

ANALYSIS OF MECHANICAL POWER TRANSFORMATION PROCESSES DURING HARMONIC OSCILLATIONS OF DRIVES IN LOAD-LIFTING, TRANSPORTING AND VIBROFORMING CONCRETE MIXTURE MACHINES AND MECHANISMS

The purpose of the study is to detail the types of mechanical power during harmonic oscillations of drives in load-lifting, transporting and vibroforming concrete mixture machines and mechanisms. Due to the irreversibility of thermal energy, its derivative will take only positive values. However, derivatives can be taken from both potential and kinetic energy. But the most interesting case is the case of harmonic oscillations in the specified machines and mechanisms drives, for which the derivatives (instantaneous power) are sign-changing functions, that fundamently distinguishes them from thermal power. The analogue of kinetic energy in electric engineering is

magnetic field energy in inductor coil, potential energy analogue is capacitor's electric field energy, and mechanical thermal energy is replaced by thermal energy, which is dissipated by the resistor. It is shown in this study that not only thermal power (with a positive sign) develops during load-lifting, transporting and vibroforming concrete mixture machines and mechanisms drivers mechanical oscillations , but also sign-changing reactive powers, which characterize the kinetic and potential energies inverse. Here, the active power is understood as the average value of the instantaneous power for half a period, and under reactive − amplitude value. The full mechanic power of machines and mechanisms drives, on the one hand, is described by the Pythagorean formula, and from the other − is equal to the product of the harmonic quantities effective values. A feature of the complex representation is that when calculating the full power, one of the vectors that are multiplied must be conjugate. The representation about mechanical reactive, active and full power is a generalization of the corresponding consepts from electrical engineering, which is a manifestation of electromechanical dualism. Since in most machines and mechanisms the drives are mainly electromechanical, mechanical reactive power transforms into electrical reactive power of the network, thereby worsening the quality of electricity. Therefore, consideration of mechanical reactive power is of great importance.

Key words: mechanical power; kinetic energy; potential energy; complex representation; vector representation; resonances; drives; load-lifting; transporting; vibroforming machines; mechanical power transformation.

REFERENSES

1. Burian Yu.A., Balakyn P.D., Sorokyn V.N. K voprosu o stabylyzatsyy amplytudы kolebanyi mekhanycheskoi systemы. Omskyi nauchnыi vestnyk. 2014. №2 (130). S.38-44. {in Russian}

2. Zahryvnыi Э.A., Yvanyk V.V. Stabylyzatsyia amplytudы kolebanyi avtorezonansnoho asynkhronnoho эlektropryvoda vozvratno-vrashchatelnoho dvyzhenyia dynamychesky uravnoveshennoho burovoho snariada na hruzonesushchem kabele. Zapysky Hornoho ynstytuta. 2011. T.189. S.91-94. {in Russian}

3. Shestakov V.M., Belokuzov E.V., Epyshkyn A.E. Syntez zakonov upravlenyia rezhymamy raboты avtomatyzyrovannыkh vybratsyonnыkh ustanovok. Эlektrychestvo. 2013. №11. S.31-36. {in Russian}

4. Popov Y.P. Teoryia multyynertnoho ostsylliatora. Problemы mashynostroenyia y avtomatyzatsyy. 2020. №3. S.88-91. {in Russian}

5. Burian Yu.A., Sorokyn V.N., Kapeliukhovskyi A.A. Systema upravlenyia yntensyvnostiu yzluchenyia upruhykh voln skvazhynnыm heneratorom. Omskyi nauchnыi vestnyk. 2011. №1 (97). S.75-79. {in Russian}

6. Pat.2624829 Ros.Federatsyia. Sposob upravlenyia kharakterystykoi vybratsyonnoho polia y ustroistvo dlia eho osushchestvlenyia /S.V. Elyseev, A.V. Elyseev, A.P. Khomenko y dr. №2015156775. Opubl.07.07.2017, Biul. №19. 22 s. {in Russian}

7. Pat.2624757 Ros. Federatsyia. Sposob upravlenyia strukturoi vybratsyonnoho polia vybratsyonnoi tekhnolohycheskoi mashynы na osnove yspolzovanyia эffektov dynamycheskoho hashenyia y ustroistvo dlia eho osushchestvlenyia / S.V. Elyseev, A.V. Elyseev, E.V. Kaymov y dr. №2016102236. Opubl. 06.07.2017, Biul. №19. 15 s. {in Russian}

8. Upravlenye mekhatronnыmy vybratsyonnыmy ustanovkamy / B.R. Andryevskyi, Y.Y. Blekhman, Yu.A. Bortsov y dr. SPb: Nauka, 2001. 278 s. {in Russian}

9. Elyseev S.V. Prykladnoi systemnыi analyz y strukturnoe matematycheskoe modelyrovanye (dynamyka transportnыkh y tekhnolohycheskykh mashyn: sviaznost dvyzhenyi, vybratsyonnыe vzaymodeistvyia, rыchazhnыe sviazy). Yrkutsk: yzd-vo YrHUPS, 2018. 692 s. {in Russian}

10. Elyseev S.V., Artiunyn A.Y. Prykladnaia teoryia kolebanyi v zadachakh dynamyky lyneinыkh mekhanycheskykh system. Novosybyrsk: Nauka, 2016. 459 s. {in Russian}

11. Vaskov M.V., Tulskyi V.N. Yssledovanye voprosa kompensatsyy reaktyvnoi moshchnosty v эlektrycheskykh setiakh «ROSSETY LENЭNERHO». Эlektroэnerhyia. Peredacha y raspredelenye. 2019. №53 (14). S. 28-33. {in Russian}

12. K voprosu povыshenyia эffektyvnosty эnerhosystem y obosnovanyia kompensatsyy reaktyvnoi moshchnosty v эlektrycheskykh setiakh / M.M. Sultanov, A.V. Stryzhychenko, Y.A. Boldыrev y dr. Nadezhnost y bezopasnost эnerhetyky. 2020. T.13. №4. S.267-272. {in Russian}

13. Romanovskyi V.V., Bezhyk A.S. Povыshenye kachestva эlektrycheskoi эnerhyy v sudovыkh эlektroэnerhetycheskykh systemakh. Vestnyk hos. un-ta morskoho y rechnoho flota ym. admyrala S.O. Makarova. 2021. T.13. №1. S.87-101. {in Russian}

14. Edemskyi S.N., Pushkarenko Y.Y., Tryhub O.V. Yspolzovanye ustroistva kompensatsyy reaktyvnoi moshchnosty STATKOM v эlektroэnerhetycheskoi systeme. Эnerhobezopasnost y эnerhosberezhenye. 2013. №3. S.27-30. {in Russian}

15. Dohadkyn D., Skupov D., Hubaryna O. Kompensatsyia reaktyvnoi moshchnosty v raspredelytelnoi sety PAO “MOЭSK”. Эlektroэnerhyia. Peredacha y raspredelenye. 2016. №6 (39). S.60-62. {in Russian}

16. Pavlov V.O. Avtokompensatsyia reaktyvnoi moshchnosty v эlektrycheskykh setiakh. Zhurnal Sybyrskoho federalnoho unyversyteta. Tekhnyka y tekhnolohyy. 2021. №14 (6). S.684-688. {in Russian}

17. Pavlov V.D. Peretoky reaktyvnoi moshchnosty mezhdu fazamy. Sovremennaia tekhnyka y tekhnolohyy: problemы, sostoianye y perspektyvы: Materyalы XI Vseros. nauchn.-prakt.konf. Rubtsovsk, 2021. S. 271-274. {in Russian}

18. Popov Y.P. Prymenenye symvolycheskoho (kompleksnoho) metoda dlia rascheta slozhnыkh mekhanycheskykh system pry harmonycheskykh vozdeistvyiakh. Prykladnaia fyzyka y matematyka. 2019. №4. S.14-24. {in Russian}

19. Pavlov V.D. Matematycheskye modely rezonansnыkh y antyrezonansnыkh protsessov. Vestnyk Ural.hos.un-ta putei soobshch. 2021. №1 (49). S. 17-27. {in Russian}

20. Popov Y.P. Ynertnыe reaktansы vybratsyonnыkh mashyn. Vestnyk Mahnytohorsk.hos.tekhn.un-ta ym. H.Y. Nosova. 2019. T.17. №4. S.52-55. {in Russian}

21. Popov Y.P. “Ortohonalnыe” moshchnosty pry mekhanycheskykh kolebanyiakh. Fundamentalnыe y prykladnыe problemы tekhnyky y tekhnolohyy. 2019. №6 (338). S. 12-15. {in Russian}

22. Popov Y.P. Zavysymost reaktyvnoho soprotyvlenyia pezoэlektrycheskoho preobrazovatelia ot mekhanycheskykh parametrov eho nahruzky. Nauchn.-tekhn. vestnyk ynformats. tekhnolohyi, mekhanyky y optyky. 2013. №5 (87). S.94-98. {in Russian}

23. Pavlov V.D. Эnerhetyka yzluchenyia эlektrycheskoho zariada y ee sledstvyia. Yzvestyia Ufymskoho nauchn. tsentra RAN. 2021. №4. S. 5-8. {in Russian}

24. Pavlov V.D. Mekhanycheskaia moshchnost pry harmonycheskykh vozdeistvyiakh. Sovremennыe tekhnolohyy. Systemnыi analyz. Modelyrovanye. 2022. №1 (73). S. 30-38. {in Russian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.240-257
УДК 528.48
канд. тех. наук, доц. **Адаменко О.В.,**
adamaleksandr@i.ua ORCID: 0000-0001-7608-1845,
д-р. техн. наук, проф. **Анненков А.О.,**
geodez74@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3618-5399,
канд. тех. наук, доц. **Медведський Ю.В.,**
medvedskyi.iuv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0342-7088,
Циколенко О.В.,
tsykolenko.ov@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-9231-8400,
Гаврилов Є.В., e.gavrilov704@gmail.com, ORCID:0000-0003-0118-4916,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ СФЕР ЛАЗЕРНИМ СКАНЕРОМ FARO FOCUS S 120

Зроблено дослідження та аналіз точності визначення координат сфер під час геодезичних робіт з лазерного сканування.

Дослідження точності вимірювань лазерного сканера виконувалось методом прямих вимірювань. Під час досліджень, еталонне значення зміщення сфери вимірювалось за допомогою лазерного інтерферометра. Вимірювання виконувались для визначення похибок вимірювань різних виміряних величин лазерного сканера: горизонтального кута, вертикального кута та відстані. Опрацювання сканів та визначення координат сфери виконувалось у програмному комплексі FARO Scene Lt. Опрацювання результатів вимірювань виконувалось методами математичної статистики з використанням MS Excel.

Виконано також дослідження чутливості лазерного сканера по визначенню незначних зміщень опорних цілей, на прикладі сфер. Робіт з дослідженнями чутливості у визначенні координат опорних цілей, як складової похибки визначення їх координат ми не знаходили.

Проведені дослідження дозволять визначати оптимальні діапазони розташування опорних цілей під час виконання сканування для забезпечення найвищої точності визначення їх координат. Проте експериментально доведено, що даний метод не можна використовувати у якості визначення повної характеристики точності лазерного сканера по визначенню координат опорних цілей, оскільки у вимірюваннях виключено вплив деяких систематичних похибок, як наприклад ексцентриситети складових частин лазерного сканера.

За результатами досліджень зроблено висновок щодо найбільш доцільного розташування опорних цілей у вигляді сфер для досягнення найвищої

точності визначення їх координат. Як видно із досліджень, сфери бажано розташовувати на відстані приблизно 5 м від НЛС. На коротших відстанях (біля 2 м) на точність визначення координат сфер починають впливати зростаючі похибки вимірювань відстаней сканером, на великих відстанях (від 10 м) зростають похибки вимірювань висотних координат сфер.

Представлені у роботі результати вимагають подальшого дослідження. Дані дослідження варто виконати для інших типів опорних цілей та з використанням інших моделей лазерних сканерів, що є метою подальших досліджень авторів.

Ключові слова: наземне лазерне сканування; магнітні сфери; дослідження точності вимірювань; лазерний інтерферометр; хмара точок.

Проблема та зв`язок її з науковими та практичними задачами.

Як відомо, зв'язування окремих станцій під час лазерного сканування відбувається за допомогою встановлення та вимірювання контрольних точок. Більшість виробників обладнання для наземного лазерного сканування, в якості таких контрольних точок пропонують використовувати спеціальні магнітні сфери. В якості контрольної точки в такому випадку використовується математичний центр сфери, який вираховується за результатами апроксимації сфери зазначеного радіусу виміряних даних. Таким чином, можливі помилки у визначенні центру сфер призводять до помилок у визначенні взаємного розташування станцій сканування та, в результаті до помилок у «хмарі точок».

Аналіз досліджень та публікацій.

Питання дослідження точності визначення координат контрольних цілей при лазерному скануванні не нові, та регулярно досліджуються різними українськими та закордонними авторами [1-6]. В одних дослідженнях основна увага приділена дослідженню впливу фону контрольної цілі та щільності хмари точок на точність визначення координат цілей [5], в інших досліджуються можливі форми контрольних цілей, в треті[досліджуються похибки вимірювань положення контрольних цілей різними наземними лазерними сканерами на різних відстанях до цілі [1, 3]. Робіт з дослідженнями чутливості у визначенні координат опорних цілей, як складової похибки визначення їх координат ми не знаходили. Дослідження даного питання допоможе визначити діапазон вимірювань контрольних цілей наземним лазерним сканером для досягнення найвищої точності, що дозволить удосконалити методики вимірювань та може бути використане в калібруванні лазерних сканерів.

Постановка задачі.

Основними цілями даної статті є:

- дослідження та аналіз точності визначення координат сфер під час

геодезичних робіт з лазерного сканування;

- експериментальне дослідження оптимального діапазону розташування опорних цілей під час виконання сканування

Викладення матеріалу та результати.

Особливістю роботи наземного лазерного сканера (далі – НЛС) є встановлення горизонтальних та вертикальних напрямі. Хочемо звернути увагу саме на процес встановлення, а не вимірювання. Лазерний промінь НЛС спрямовується по встановленому приладом напряму і не може бути спрямований у центр вибраної цілі.

Магнітні сфери (рис.1) є одними із найчастіше застосовуваних опорних цілей, які використовуються для зшивання сканів між собою. Під час сканування сфери НЛС отримують кілька вертикальних перетинів цієї сфери. Апроксимуючи ці перетини сферою певного, визначеного виробником, радіусу, отримують просторові координати її центру.

Рис. 1. Сфера прикріплена до поверхні за допомогою магніту

Таким чином, виникає питання щодо точності визначення координат центру сфери за результатами вимірювання її поверхні НЛС, як складової частини визначення точності зшивання сканів у загальну «хмару точок» об’єкту.

Дослідження точності визначення координат сфер нами було вирішено виконувати через визначення чутливості НЛС по вимірюванню переміщення сфери у трьох напрямах: вдовж вимірювальної осі НЛС, що відповідає вимірюванню відстаней; горизонтально, поперек вимірювальної осі НЛС, що відповідає вимірюванню горизонтальних кутів; вертикально, що відповідає вимірюванню вертикальних кутів. Для контролю, у кожному експерименті додатково вимірювалась нерухома сфера.

Зміщення рухомої сфери контролювалось лазерним інтерферометром Renishaw XL-80. Вимірювання положення сфер виконувалось на наступних відстанях від НЛС до сфери: 2м, 5м, 10м та 20 м. На кожній дистанції виконувались вимірювання при наступних значеннях зміщень рухомої сфери: 0 мм, 0.1 мм, 0.2 мм, 0.3 мм, 0.5 мм, 0.8 мм, 1 мм, 1.5 мм, 2 мм, 3 мм, 5 мм та 10 мм. Таким чином, на кожній дистанції від НЛС до рухомої сфери виконувалось 12 сканувань у точному режимі вимірювань та параметрами щільності сканування: 3 мм на 10м. На кожній станції виконувалось 3 незалежних виміри координат сфер, за остаточний результат приймалось середнє арифметичне значення вимірів.

На рис. 2 показана схема вимірювань зміщень рухомої сфери вздовж осі вимірювань НЛС. Базовий відбивач інтерферометра встановлювався на одному кінці компаратора, поряд з інтерферометром. Рухомий відбивач інтерферометра разом із рухомою сферою встановлювались на каретці, яка забезпечує прямолінійний рух вздовж компаратора. НЛС встановлювався на компараторі на зазначених вище відстанях. Нерухома сфера встановлювалась позаду інтерферометра.

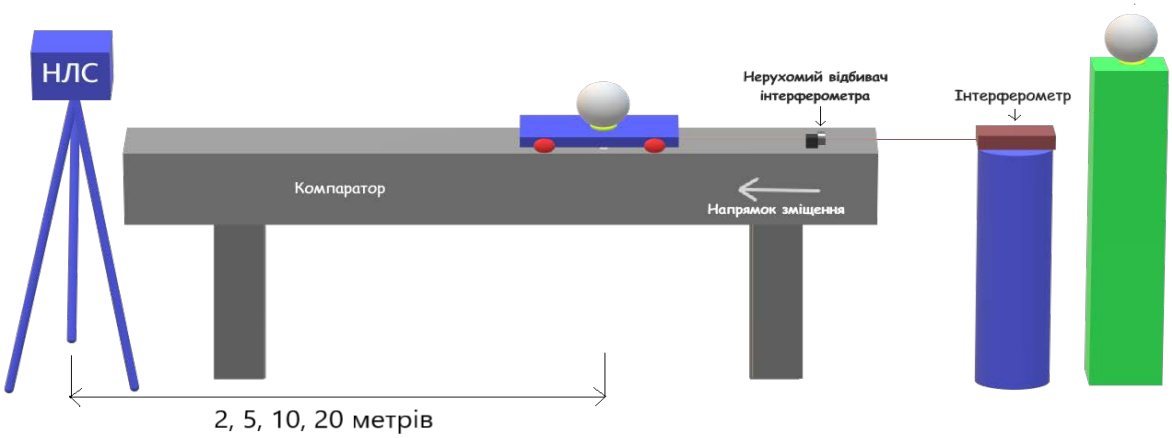


Рис. 2. Схема вимірювань зміщень рухомої сфери вздовж осі вимірювань НЛС.

Результати вимірювань на всіх дистанціях показано у табл. 1 та табл. 2.

Таблиця 1

Результати вимірювань рухомої сфери при вимірюванні поздовжніх зміщень

Встановлене значення зміщення	Виміряне зміщення на відстані			
	2 м	5 м	10 м	20 м
1	**2**	**3**	**4**	**5**
0,1	0,4	0,1	0,5	0,1
0,2	0,3	0,0	0,1	-0,1
0,3	0,9	0,0	0,2	0,3
0,5	0,9	0,0	-0,3	0,4

1	2	3	4	5
0,8	0,9	-0,1	-0,3	0,2
1,0	0,8	-0,1	0,6	-0,1
1,5	0,9	-0,1	0,3	0,2
2,0	0,8	-0,1	0,3	0,1
3,0	0,7	-0,1	0,4	-0,2
5,0	0,7	-0,1	-0,1	0,0
10,0	0,6	0,0	-0,1	0,3
СКП	0,7	0,1	0,3	0,2

Таблиця. 2

Результати вимірювань нерухомої сфери при вимірюванні поздовжніх зміщень

Встановлене значення зміщення	Виміряне зміщення на відстані			
	2 м	5 м	10 м	20 м
0,0	0,3	0,0	0,5	0,0
	0,0	0,0	0,5	0,3
	-0,4	0,0	0,3	-0,1
	-0,1	0,0	0,2	-0,4
	0,1	0,0	0,2	-0,2
	-0,2	0,0	0,4	0,0
	0,1	0,0	-0,3	0,2
	0,1	0,0	-0,3	0,1
	0,1	0,0	-0,5	0,0
	0,1	0,1	-0,3	0,0
	-0,1	0,0	-0,3	0,1
	0,0	0,0	0,2	-0,1
СКП	0,2	0,0	0,4	0,2

Результати вимірювань по кожній відстані покажемо на схемах 2-5 (рис. 3-6).

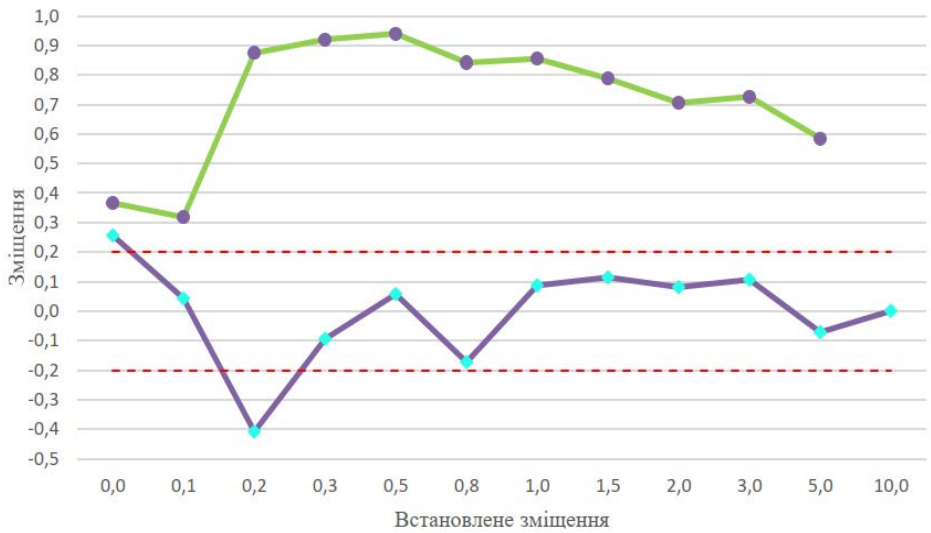


Рис. 3. Схема №2. Повздовжні зміщення. Відстань - 2м

На схемах експериментальних досліджень зеленим кольором показано відхилення у визначенні переміщень рухомої сфери наземним лазерним сканером, фіолетовим кольором показано відхилення у визначенні положення нерухомої сфери, червоними пунктирними лініями показана середня квадратична похибка визначення положення нерухомою сфери.

Рис. 4. Схема №3. Повздовжні зміщення. Відстань - 5м

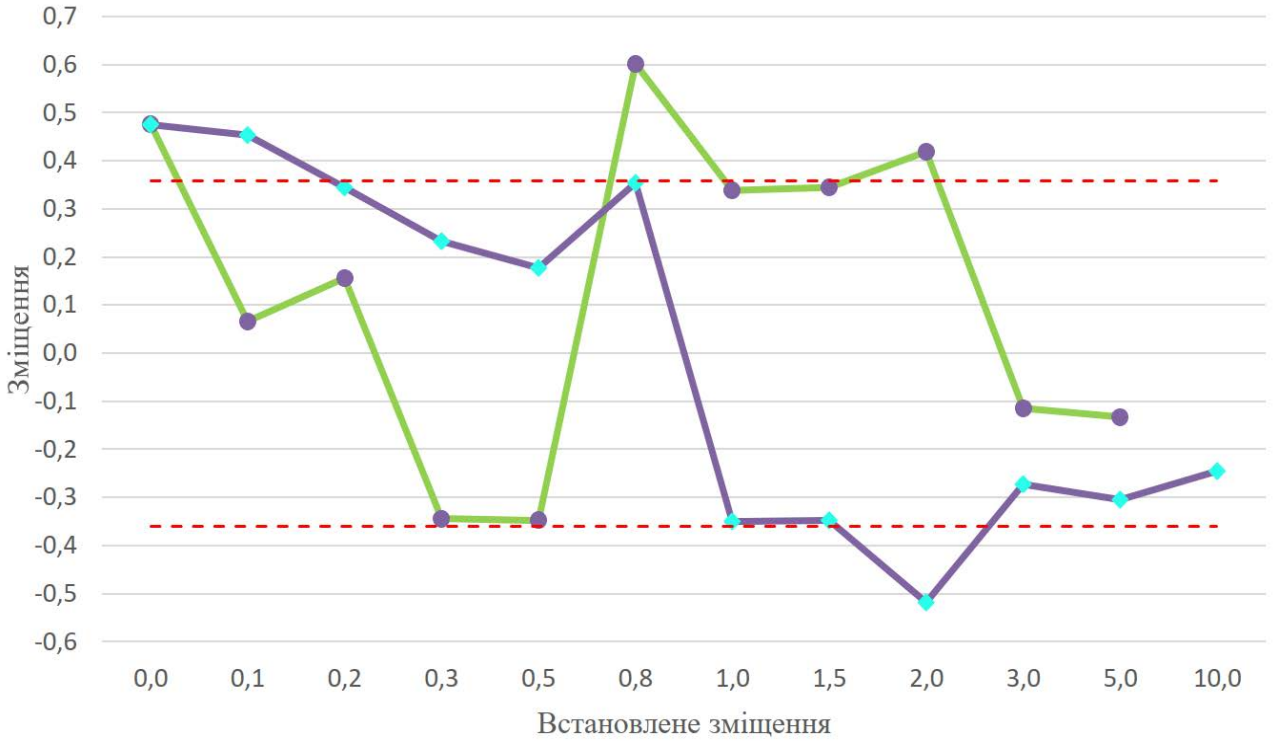


Рис. 5. Схема №4. Повздовжні зміщення. Відстань - 10м

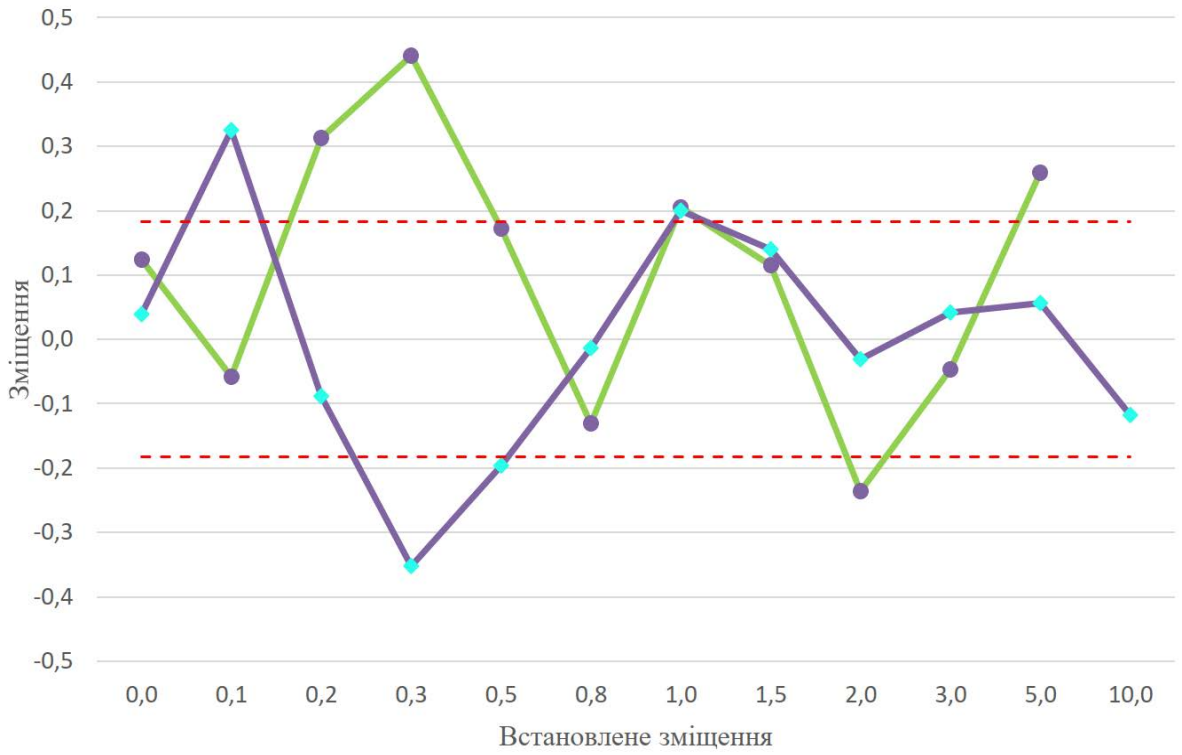


Рис. 6. Схема №5. Повздовжні зміщення. Відстань - 20м

Таким чином, найвищу точність при вимірюванні зміщення вздовж вимірювальної осі рухомої сфери, наземний лазерний сканер має на дистанції близько 5 м. Середня квадратична похибка таких вимірювань складає 0,1 мм. Найгіршу точність вимірювань НЛС має на відстані приблизно 2 м, що може бути пояснено наявністю систематичних похибок віддалеміра НЛС. На рис. 7 показана схема вимірювань зміщень рухомої сфери горизонтально, поперек вимірювальної осі НЛС.

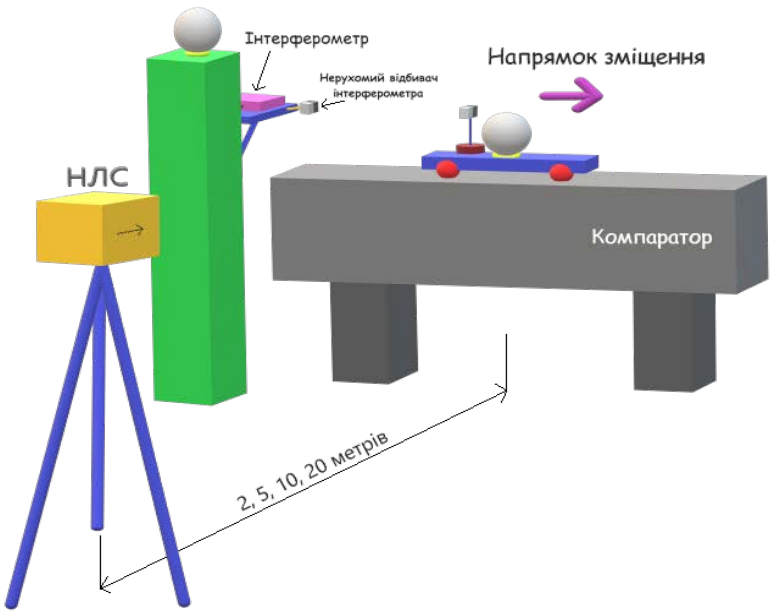


Рис. 7. Схема вимірювань зміщень рухомої сфери горизонтально, поперек вимірювальної осі НЛС.

Базовий відбивач інтерферометра встановлювався перед самим пристроєм. Рухомий відбивач інтерферометра разом із рухомою сферою встановлювались на каретці, яка забезпечує прямолінійний рух вздовж компаратора. НЛС встановлювався перпендикулярно компаратору на наступних відстанях від НЛС до сфери: 2 м, 5 м, 10м та 20 м. Нерухома сфера встановлювалась поруч з інтерферометром, паралельно рухомій.

Результати вимірювань на всіх дистанціях показано у табл. 3 та табл. 4.

Як і в попередньому випадку, на всіх схемах зеленим кольором показано відхилення у визначенні переміщень рухомої сфери наземним лазерним сканером, фіолетовим кольором показано відхилення у визначенні положення нерухомої сфери, червоними пунктирними лініями показана середня квадратична похибка визначення положення нерухомою сфери.

Метою даного досліду було визначити вплив похибок вимірювання горизонтальних кутів НЛС на точність визначення координат сфер.

Таблиця. 3

Результати вимірювань рухомої сфери при вимірюванні поперечних зміщень у горизонтальній площині

Встановлене значення зміщення	Виміряне зміщення на відстані			
	2 м	5 м	10 м	20 м
0,1	0,0	0,3	0,2	0,0
0,2	0,0	0,2	0,2	0,6
0,3	0,0	0,1	0,3	0,6
0,5	-0,1	0,2	0,0	0,4
0,8	0,0	0,0	0,2	-0,1
1,0	0,0	0,2	0,1	-0,3
1,5	0,0	0,1	0,2	-0,5
2,0	0,0	0,0	0,2	-0,6
3,0	0,0	0,1	0,1	0,3
5,0	0,0	0,2	0,1	-0,2
10,0	-0,1	-0,2	0,2	0,7
СКП	0,1	0,2	0,2	0,5

Таблиця. 4

Результати вимірювань нерухомої сфери при вимірюванні поперечних зміщень у горизонтальній площині

Встановлене значення зміщення	Виміряне зміщення на відстані			
	2 м	5 м	10 м	20 м
1	**2**	**3**	**4**	**5**
	-0,3	-0,2	-0,1	-0,5

1	2	3	4	5
0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,0
	-0,1	0,0	-0,1	0,2
	0,1	0,0	0,1	0,2
	-0,1	0,0	0,2	-0,2
	0,1	0,0	0,1	0,1
	0,2	0,0	-0,2	-0,1
	0,1	0,0	-0,5	-0,3
	0,0	0,1	0,1	0,0
	0,1	0,1	-0,1	0,1
	0,1	0,1	0,3	0,4
	0,1	0,0	0,1	0,1
СКП	0,1	0,1	0,2	0,2

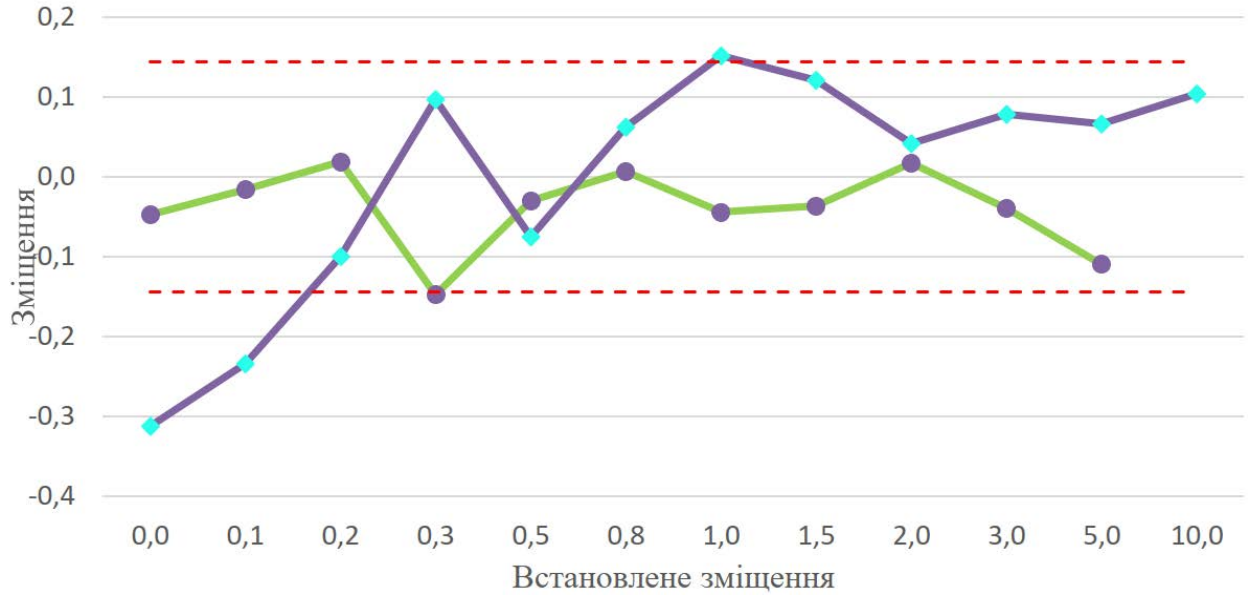


Рис. 8. Схема №7. Поперечні зміщення горизонтально. Відстань - 2м

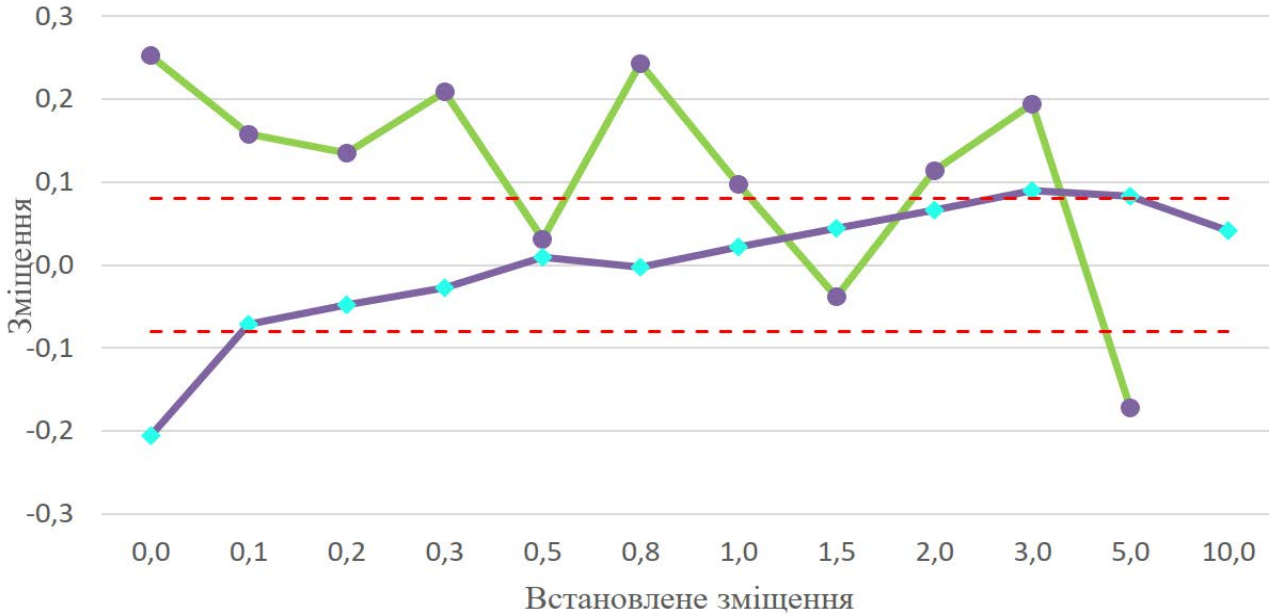


Рис. 9. Схема №8. Поперечні зміщення горизонтально. Відстань - 5м

Рис. 10. Схема №9. Поперечні зміщення горизонтально. Відстань - 10м

Рис. 11. Схема №10. Поперечні зміщення горизонтально. Відстань - 20м

Таким чином, при вимірюванні поперечних зміщень рухомої сфери в горизонтальній площині, на всьому діапазоні досліджень, від 2 до 20 м, НЛС показав високу точність вимірювань, яка дещо знизилась на відстані 20 м.

За результатами вимірювань можна зробити висновок, що вплив похибок вимірювань горизонтальних кутів НЛС не має переважного значення на точність вимірювань координат сфер, на відстанях від 2 до 10 м, точність вимірювань кутів НЛС дозволяють визначати положення сфери з точністю до 0,2 мм.

На рис. 12 показана схема вимірювань зміщень рухомої сфери вертикально, поперек вимірювальної осі НЛС. Базовий відбивач інтерферометра встановлювався перед самим пристроєм, паралельно до рухомого. Рухомий відбивач інтерферометра разом із рухомою сферою встановлювались на підставці ,яка забезпечує прямолінійний рух у вертикальній площині. НЛС встановлювався на наступних відстанях від НЛС до сфери: 2 м, 5 м, 10м та 20 м.. Нерухома сфера встановлювалась праворуч від рухомої сфери та весь час вимірювань знаходилась в одному місці.

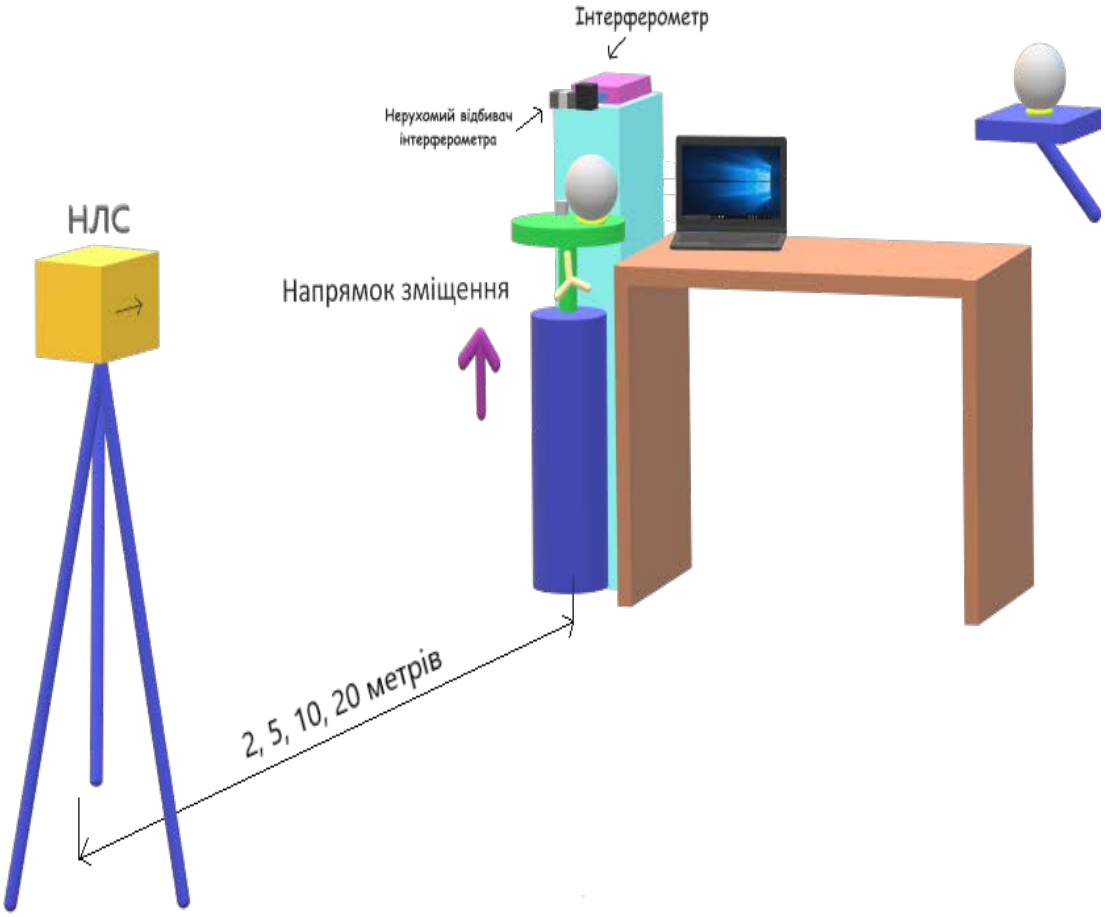


Рис. 12. Схема вимірювань зміщень рухомої сфери вертикально вимірювальної осі НЛС

Результати вимірювань на всіх дистанціях показано у табл. 5 та табл. 6.

Таблиця. 5

Результати вимірювань рухомої сфери при вимірюванні поперечних зміщень у вертикальній площині

Встановлене значення зміщення	Виміряне зміщення на відстані			
	2 м	5 м	10 м	20 м
0,1	0,2	0,3	0,7	0,1
0,2	0,1	0,2	1,1	1,6
0,3	0,1	-0,2	0,4	0,3
0,5	0,1	-0,4	0,1	0,3
0,8	0,2	-0,2	-0,1	0,1
1,0	0,3	-0,3	-0,7	0,3
1,5	0,2	-0,2	-1,1	0,2
2,0	0,3	-0,6	-1,3	0,5
3,0	0,0	-0,5	-0,2	0,6
5,0	-0,1	-0,4	-0,1	-0,4
10,0	0,0	-0,6	-0,2	-0,4
СКП	0,2	0,4	0,7	0,6

Таблиця. 6

Результати вимірювань нерухомої сфери при вимірюванні поперечних зміщень у вертикальній площині

Встановлене значення зміщення	Виміряне зміщення на відстані			
	2 м	5 м	10 м	20 м
0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,7
	0,1	0,2	0,1	-1,1
	0,0	0,2	-0,1	-0,7
	0,1	0,2	0,1	-1,2
	-0,1	0,2	0,0	-0,9
	0,0	0,3	0,0	-0,9
	0,0	0,2	0,0	-0,7
	0,0	0,2	0,0	-1,0
	0,0	0,3	0,0	1,7
	0,0	-0,6	0,1	1,9
	0,0	-0,6	0,0	1,8
	-0,1	-0,6	0,0	1,8
СКП	0,1	0,3	0,1	1,3

Результати вимірювань по кожній відстані покажемо на схемах 12-15.

Рис. 13. Схема №12. Поперечні зміщення вертикально. Відстань - 2м

Рис. 14. Схема №13. Поперечні зміщення вертикально. Відстань - 5м

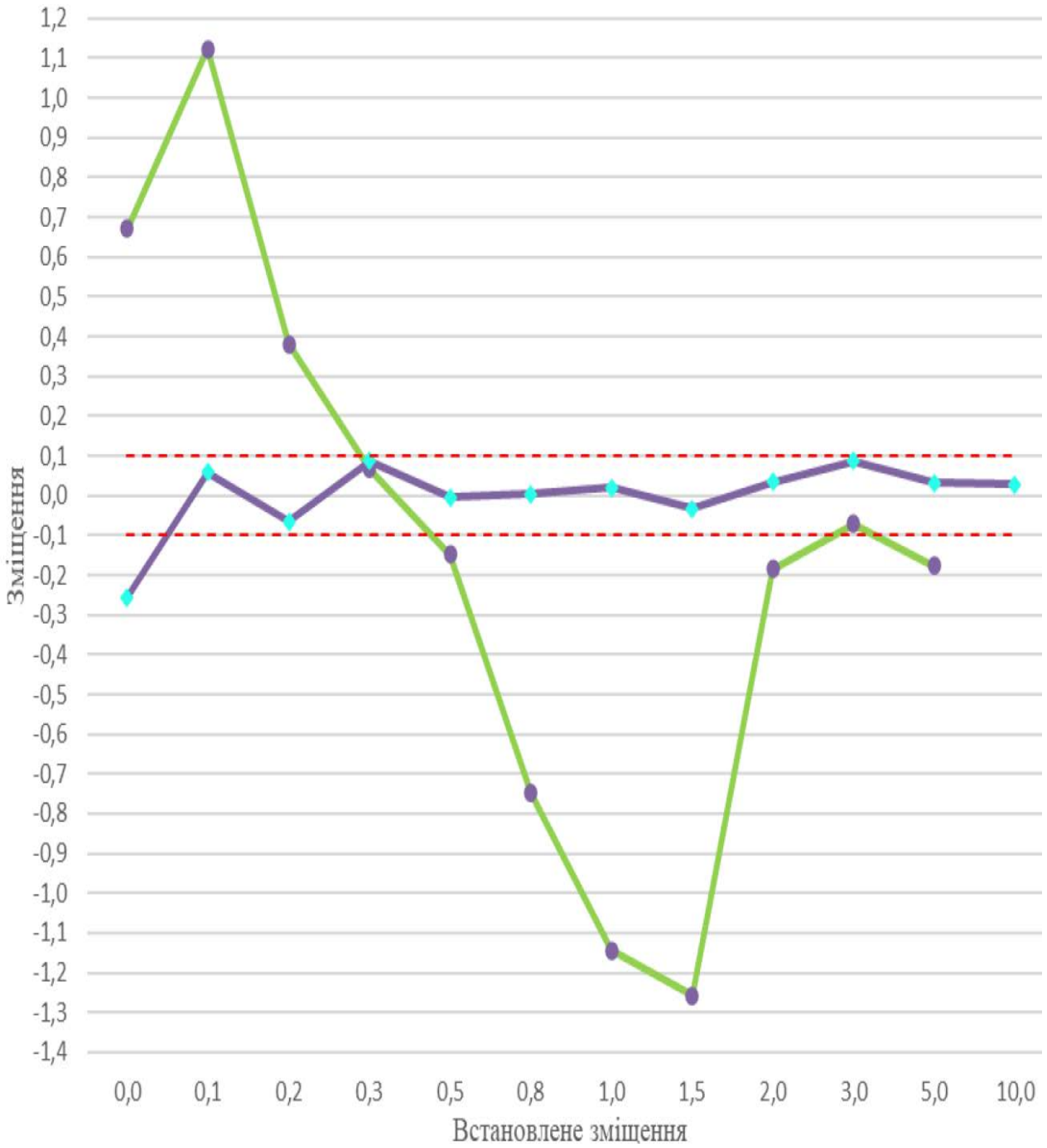


Рис. 15. Схема №14. Поперечні зміщення вертикально. Відстань - 10м

Таким чином, високу точність визначення зміщень сфери, НЛС має тільки на дистанціях 2 та 5 м. Із збільшенням відстані, значно зростають похибки вимірювань координат та зміщень сфер. На нашу думку, такі результати досліджень можна пояснити похибками роботи компенсатора сканера, які також впливали на результати вимірювань. Найкраще це видно на графіку вимірювань на дистанції 20 м, де відбувся зсув у вимірах координат нерухомої сфери.

Рис. 16. Схема №15. Поперечні зміщення вертикально. Відстань - 20м

Висновки та напрями подальших досліджень.

За результатами досліджень можна зробити висновок щодо найбільш доцільного розташування опорних цілей у вигляді сфер для досягнення найвищої точності визначення їх координат. Як видно із досліджень, сфери бажано розташовувати на відстані приблизно 5 м від НЛС. На коротших відстанях (біля 2 м) на точність визначення координат сфер починають впливати зростаючі похибки вимірювань відстаней сканером, на великих відстанях (від 10 м) зростають похибки вимірювань висотних координат сфер.

Збільшення похибки визначення висот сфер, на нашу думку, можна пояснити впливом похибок компенсатора НЛС, що може бути перевірено повторенням досліджень із виключеним компенсатором НЛС. В такому

випадку, при відтворенні вимірювань на об'єкті вимірювань, виникає задача завдання певної горизонтальної площини для приведення вимірювань НЛС. Такі завдання є метою подальших досліджень авторів.

Дані вимірювання варто продовжити для інших типів контрольних цілей НЛС, таких як спеціалізовані марки, що буде продовжено авторами у майбутньому.

Список літератури

1. Klaus Mechelke, Thomas P. Kersten Comparative investigations into the accuracy behaviour of the new generation of terrestrial laser scanning systems., Maren Lindstaedt Conference: 8th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, Gruen, A. & Kahmen, H.(eds.), Zurich, July 9-12, Vol. I, pp. 319-327.
2. Berit Schmitz , Christoph Holst , Tomislav Medic, Derek D. Lichti, Heiner Kuhlmann How to Efficiently Determine the Range Precision of 3D Terrestrial Laser Scanners Sensors (Basel) 019 Mar 26;19(6):1466. doi: 10.3390/s19061466.
3. Thomas P. KersTen, Klaus mechelKe Methods for Geometric Accuracy Investigations of Terrestrial Laser Scanning Systems., maren lindsTaedT & harald sTernberg, September 2009 Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation 2009(4):301-315 DOI: 10.1127/1432-8364/2009/0023.
4. Reshetyuk Y. Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners: Licenciate thesis in Infrastructure, Geodesy / Royal Institute of Technology (KTH), Department of Transport and Economics, Division of Geodesy. Stockholm, 2006. 152 p.
5. Derek LICHTI, Stefan BRÜSTLE, Jochen FRANKE Self Calibration and Analysis of the Surphaser 25HS 3D Scanner IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 10, Issue 1, No 3, January 2013.
6. B. Muralikrishnan, M. Ferrucci, D. Sawye, G. Gerner, V. Lee, C. Blackburn, S. Phillips, P. Petrov, Y. Yakovlev, A. Astrelin, S. Milligan, J. Volumetric Performance Evaluation of a Laser Scanner Based on Geometric Error Model. Palmatee Precision Engineering-Journal Of The International Societies For Precision Engineering And Nanotechnology; 2015; Vol. 40; pp. 139–150.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Oleksandr Adamenko,**
Doctor of Technical Sciences, Professor **Andriy Annenkov,**
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Yurii Medvedskyi,**
Elena Tcikolenko, Yehor Havrylov,
Kyiv National University of Construction and Architecture

INVESTIGATION OF THE ACCURACY OF DETERMINING THE COORDINATES OF SPHERES USING THE FARO FOCUS S 120 LASER SCANNER

Goal. The purpose of the work is research and analysis of the accuracy of determining the coordinates of spheres during geodetic work on laser scanning.

Methods. The study of the accuracy of measurements of the laser scanner was

carried out by the method of direct measurements. During the research, the reference value of the displacement of the sphere was measured using a laser interferometer. The measurements were performed to determine the measurement errors of various measured values of the laser scanner: horizontal angle, vertical angle and distance. Processing of scans and determination of sphere coordinates was carried out in the FARO Scene Lt software complex. Processing of measurement results was carried out by methods of mathematical statistics using MS Excel.

Scientific novelty. A study of the sensitivity of the laser scanner for determining minor displacements of reference targets, using spheres as an example, was carried out. Work with sensitivity studies in determining the coordinates of reference targets, as a component of the error in determining their coordinates, we did not find.

Practical significance. The conducted studies will allow determining the optimal ranges of location of reference targets during scanning to ensure the highest accuracy of determining their coordinates. However, it has been experimentally proven that this method cannot be used to determine the full accuracy characteristics of a laser scanner in determining the coordinates of reference targets, since the influence of some systematic errors, such as the eccentricity of the component parts of the laser scanner, is excluded in the measurements.

The results. According to the research results, it is possible to draw a conclusion about the most appropriate location of reference targets in the form of spheres to achieve the highest accuracy of determining their coordinates. As can be seen from the research, it is desirable to place the spheres at a distance of approximately 5 m from the NLS. At shorter distances (about 2 m), the accuracy of determining the coordinates of the spheres begins to be affected by the growing errors of measuring distances by the scanner, at large distances (from 10 m), the errors of measuring the height coordinates of the spheres increase.

The results presented in the paper require further research. These studies should be performed for other types of reference targets and with the use of other models of laser scanners, which is the goal of further research by the authors.

Key words: terrestrial laser scanning; magnetic spheres; measurement accuracy research; laser interferometer; point cloud.

REFERENCES

1. Klaus Mechelke, Thomas P. Kersten Somparative investigations into the accuracy behaviour of the new generation of terrestrial laser scanning systems., Maren Lindstaedt Conference: 8th Conference on Optical 3D Measurement Techniques, Gruen, A. & Kahmen, H.(eds.), Zurich, July 9-12, Vol. I, pp. 319-327. {in English}

2. Berit Schmitz , Christoph Holst , Tomislav Medic, Derek D. Lichti, Heiner

Kuhlmann How to Efficiently Determine the Range Precision of 3D Terrestrial Laser Scanners Sensors (Basel) 019 Mar 26;19(6):1466. doi: 10.3390/s19061466. {in English}

3. Thomas P. KersTen, Klaus mechelKe Methods for Geometric Accuracy Investigations of Terrestrial Laser Scanning Systems., maren lindsTaedT & harald sTernberg, September 2009 Photogrammetrie - Fernerkundung - Geoinformation 2009(4):301-315 DOI: 10.1127/1432-8364/2009/0023. {in English}

4. Reshetyuk Y. Investigation and calibration of pulsed time-of-flight terrestrial laser scanners: Licenciate thesis in Infrastructure, Geodesy / Royal Institute of Technology (KTH), Department of Transport and Economics, Division of Geodesy. Stockholm, 2006. 152 p. {in English}

5. Derek LICHTI, Stefan BRÜSTLE, Jochen FRANKE Self Calibration and Analysis of the Surphaser 25HS 3D Scanner IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 10, Issue 1, No 3, January 2013. {in English}

6. B. Muralikrishnan, M. Ferrucci, D. Sawye, G. Gerner, V. Lee, C. Blackburn, S. Phillips, P. Petrov, Y. Yakovlev, A. Astrelin, S. Milligan, J. Volumetric Performance Evaluation of a Laser Scanner Based on Geometric Error Model. Palmatee Precision Engineering-Journal Of The International Societies For Precision Engineering And Nanotechnology; 2015; Vol. 40; pp. 139 – 150. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.258-267
УДК 528.4

к.т.н., доцент **Бачишин Б.Д.**,
b.d.bachyshyn@nuwm.edu.ua, ORCID: 0009-0009-1961-7776,
Національний університет водного господарства
та природокористування м. Рівне,

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ КОРОТКОПЕРІОДИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ МОСТУ В М. РІВНЕ

Безпечне функціонування мостів є умовою довготривалої та безаварійної експлуатації автомобільних доріг та залізниць. Мета цієї роботи – дослідження короткоперіодичних деформацій мосту. Актуальність цього питання полягає в тому, що короткоперіодична складова деформацій малодосліджена, тому що її моніторинг потребує безперервних спостережень за конструкцією мосту та вимагає облаштування стаціонарних станцій вимірювань. Малодослідженими залишаються і самі значення деформацій і їх вплив на безпечне функціонування конструкції. Для дослідження короткоперіодичних деформацій мосту по вулиці Поповича в м. Рівне використано електронний безвідбивний тахеометр Leica TCR 1205. Проведено 8 циклів спостережень протягом світлового дня з однієї станції. Результати вимірювань опрацьовувались як подвійні рівноточні виміри однорідних величин.

Результати моніторингу свідчать про те, що короткоперіодичні деформації балок мосту мають значну величину і їх можна зафіксувати геодезичними методами. Просторові деформації різних точок мосту в одному циклі значно різняться між собою. Максимальних значень деформації набувають в точках повернутих до сонячних променів. Присутні складні деформації балок, такі як поперечний вигин та кручення, що значно збільшує зусилля в конструктивних елементах мосту. Короткоперіодичні деформації набувають максимального значення в період з 13 до 16 години, а потім затухають. Вірогідною видається гіпотеза про те, що основною причиною короткоперіодичних деформацій є нагрівання конструкцій сонячним промінням. Моніторинг короткоперіодичних деформацій слід розглядати як невід'ємну складову мостової інформаційної системи (BrIM).

Ключові слова: геодезичний моніторинг; короткоперіодичні деформації; міст; електронний тахеометр.

Постановка проблеми. Мости **є** невід'ємною складовою автомобільних залізничних та пішохідних доріг. Безпечне функціонування мостів є умовою довготривалої та безаварійної експлуатації таких шляхів сполучень.

Державними будівельними нормами [1] регламентуються планові періодичні обстеження мостів, проте до складу цих робіт не включені визначення короткоперіодичних деформацій мосту. А такі деформації можуть бути тією краплею, яка спричинить ситуацію, коли зусилля в певному елементі конструкції мосту перевищить опір, що може привести до руйнування цього елементу, і, як наслідок – до створення аварійної ситуації чи руйнування всієї конструкції мосту. Тому моніторинг короткоперіодичних деформацій мостів є цікавою та важливою науково-практичною задачею.

Під короткоперіодичними деформаціями ми будемо розуміти деформації, які виникають і зникають з періодом у 24 години. Основними причинами таких деформацій може бути:

- нагрівання конструктивних елементів мосту сонячними променями;
- вітрові навантаження;
- додаткові навантаження від опадів;
- короткоперіодичні навантаження транспортними засобами, які проїжджають по мосту;
- короткоперіодичні навантаження транспортними засобами, які рухаються під мостом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтерес до моніторингу деформацій мостових конструкцій є постійним та безперервним у різних куточках нашої планети, адже важливість безаварійної роботи мостів не потребує доказів.

Використання електронного тахеометра для визначення деформацій описані в [2, 3]. Виявлені поздовжні деформації залізничного мосту в 4 мм, а рейок – в 1 мм за допомогою тахеометра Trimble S6 HP авторами [2]. Дослідження в [3] проводилися на пішохідному мості через річку тахеометром LEICA TCR 407. Метод класичного геометричного нівелювання застосовано для обстеження мосту «Газела» в Белграді [4] та моніторингу залізничного мосту [5]. Дослідженню деформацій за 6 років великих бетонних двох паралельних мостових об’єктів довжиною 700 м присвячена праця [6]. Автори [7] рекомендують для визначення геометричних параметрів підвісного мосту виконувати комбіновані спостереження мосту трьома методами одночасно: зніманням електронним тахеометром, наземним лазерним скануванням та фотограмметричним зніманням.

Застосуванню супутникових навігаційних систем для моніторингу деформацій мостових конструкцій присвячені роботи [8-10]. Об’єктом досліджень був міст через річку Янцзи в Китаї [8, 10]. Цей метод дозволяє отримувати безперервну інформацію про деформації в реальному часі з високою дискретністю та описувати деформацію конструкцій мосту як

безперервний динамічний процес. Саме такий підхід дає можливість виявити короткоперіодичні деформації. Автори [10] афішують створення системи «моніторингу здоров'я конструкцій» (SHM), невід'ємною складовою якої є метод мульти-GNSS інтеграції з комбінованою системою GPS/BDS/ГЛОНАСС.

Дослідження [11] виявило виникнення багатьох тріщин в балках мосту і значних вертикальних деформацій, як прогину (–4,2 см), так і підйому (+2,5 см). Моніторинг було здійснено технологією наземного лазерного сканування з високоточним нівелюванням. Результати дослідження підтвердили, що точність наземного лазерного сканування може досягати ±2,8 мм при 95% довірчій імовірності.

Ефективним аспектом мостової інформаційної моделі – (BrIM), як аналогу BIM, буде інформація про теперішній стан мостових конструкцій [12]. Теоретичні рекомендації втілені в BrIM мосту на федеральній трасі B96 за даними наземного лазерного сканування, аерофотознімків та атрибутивної інформації з проектної документації.

Наземна фотограмметрія використана в якості методу досліджень деформацій сталевого арочного мосту під статичним навантаженням [13]. Метод наземного лазерного сканування (сканером Z + F Imager 5010) зі слів авторів [14] дозволяє визначити вертикальне зміщення сталевого залізничного мосту з точністю ±1 мм. Такий же метод описано в статті [15], де приведені результати деформації пішохідного мосту через річку Малий Дунай у Братиславі.

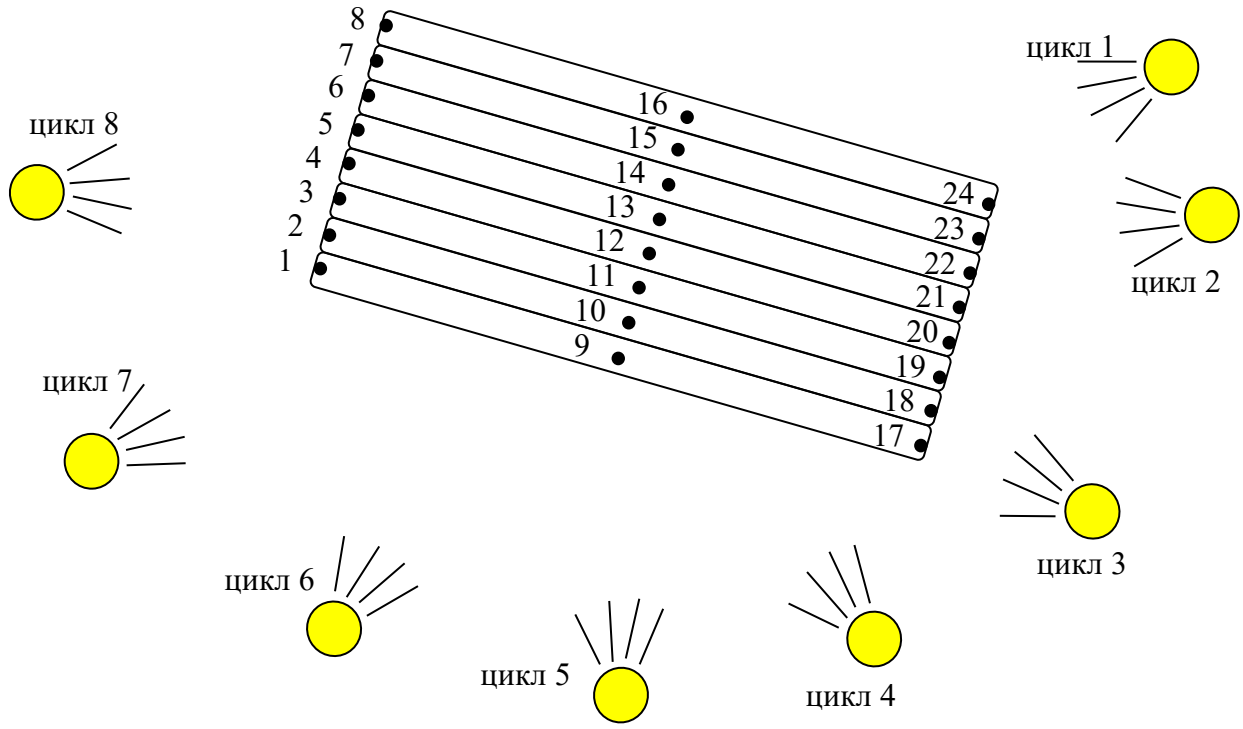
Переваги двох методів вимірювання поведінки елементів будівельних конструкцій поєднує в собі метод RGB+D [16], в якому інтегруються дані зображення (RGB) та лазерного сканування, де канал D є відстанню.

Актуальність цього дослідження полягає в тому, що в геодезичних дослідженнях недостатньо уваги приділяється моніторингу короткоперіодичних деформацій. Цей аспект деформацій малодосліджений, тому що його реалізація потребує безперервних спостережень за конструкцією мосту, а це, в свою чергу, вимагає облаштування стаціонарних станцій вимірювань. Малодослідженими залишаються і самі значення деформацій і їх вплив на безпечне функціонування конструкції.

Метою цієї роботи є дослідження короткоперіодичних деформацій мосту.

Виклад основного матеріалу. Об'єктом дослідження є автомобільний міст через залізницю по вулиці Поповича в м. Рівне, який має 3 прольоти довжиною 16,3 м, 22,2 м та 16,3 м та загальну довжину 58,1м. Ширина мосту – 15,5 м. Основними несучими елементами кожного з прольотів мосту є 8 залізобетонних балок-плит, які змонтовані на поперечні балки, а ті, в свою чергу опираються на 8 колон-паль.

Дослідження короткоперіодичних деформацій проводилися для 8-ми несучих балок-плит найдовшого прольоту. Для однозначної ідентифікації точок вимірювання на нижній частині балок були замарковані білою фарбою три точки для кожної плити: дві – на краях та одна по-середині прольоту. Нумерація точок показана на рис. 1.



Електронний тахеометр Leica TCR 1205 був встановлений так, щоб з однієї станції було видно всі 24 точки. Для мінімізації приладових похибок над тахеометром було встановлено геодезичну парасольку. Протягом світлового дня було здійснено 8 циклів спостережень. Середина циклів в часовому проміжку припадала на такі часові мітки: 1-й – 6 год 20 хв, 2-й – 7 год 20 хв, 3-й – 9 год 20 хв, 4-й – 11 год 20 хв, 5-й – 13 год 20 хв, 6-й – 15 год 20 хв, 7-й – 17 год 20 хв, 8-й – 19 год 20 хв. Положення деформаційних точок відносно сонця в різних циклах показане на рис.1. Польові вимірювання проводилися 26 липня 2022. Зафіксована температура: 6:20 – 13˚С, 7:20 – 15˚С, 9:20 – 20.2˚С, 11:20 – 24.5˚С, 13:20 – 26˚С, 15:20 – 27.3˚С, 17:20 – 27.5˚С, 19:20 – 26.5˚С.

Вимірювання на кожну точку у всіх циклах виконувалися двічі, що дало змогу опрацьовувати результати вимірювань, як подвійні рівноточні виміри однорідних величин. Спочатку вирахували середню квадратичну похибку різниць

$$m_d = \sqrt{[d^2]/n} \ , \qquad (1)$$

де $d=X_{i1}-X_{i2}$ – різниця двох визначень координати X на одну й ту ж точку в одному циклі. Наступний крок – вирахування систематичної складової результатів вимірювань

$$\delta = [d]/n \tag{2}$$

та оцінка істотності систематичного впливу

$$|\delta| \le 0{,}2 m_d . \tag{3}$$

Наступний крок – обчислення середньої квадратичної похибки середнього арифметичного з двох результатів в одному циклі

$$m = m_d / 2 . \tag{4}$$

Результати обчислень за формулами (1)–(4) для кожної з просторових координат свідчать про відсутність систематичної складової в результатах визначень усіх трьох просторових координат точок та про високу точність вимірювань (див. табл.1).

Таблиця 1

Результати опрацювання подвійних рівноточних вимірів координат

	X	У	Z	в плані	в просторі
δ, мм	-0,08	0,11	0,01		
m_d , мм	1,36	1,40	0,35		
m_d /5, мм	0,27	0,28	0,07		
m, мм	0,68	0,70	0,17	0,98	0,99

Похибка визначення середнього арифметичного значення з двох вимірів в циклі координат X, У складає менше 0,7 мм, а висотної координати – менше 0,2 мм, похибки планового та просторового положення точки – менші 1,0 мм. Висока точність визначення просторового положення точки – є суттєвим позитивним фактором на користь знімання електронним тахеометром при виборі методу визначення деформацій.

Середні арифметичні значення координат в кожному циклі стали вихідними даними для обчислення характеристик короткоперіодичних деформацій поздовжніх балок-плит. Прогини середніх точок балок показані на графіку (рис.2). Прогини середніх точок усіх балок мають додатній знак, що свідчить про використання попередньо напружених елементів. Спостерігається добре виражена картина повільного зростання прогинів і досягнення максимального значення в 6 циклі (приблизно о 15:20), після чого йде повернення до початкових значень. Така картина корелюється з досягненням максимальної температури повітря в цей період та дозволяє схилитися до

гіпотези, що основною причиною короткоперіодичних деформацій в даному випадку є нагрівання елементів конструкцій сонячними променями.

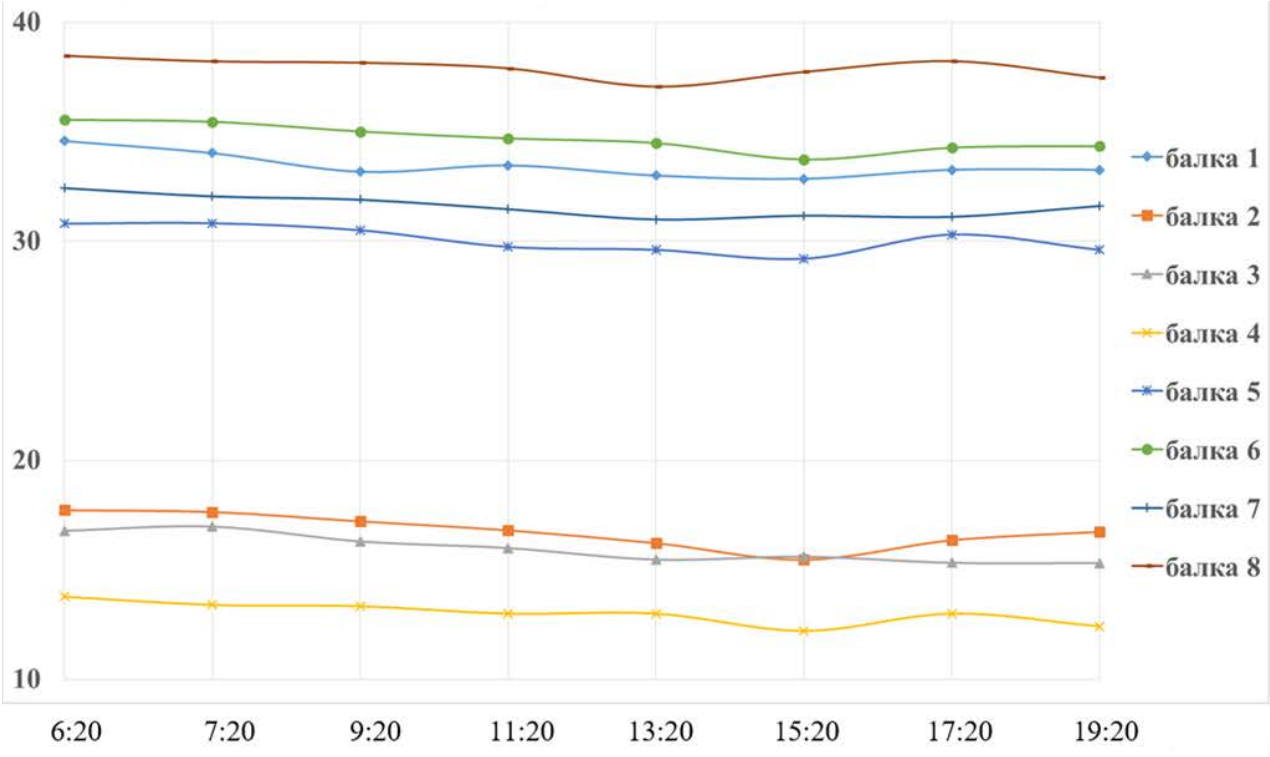


Рис.2. Динаміка прогинів середніх точок балок протягом дня

Максимальні значення короткоперіодичної складової прогину склали -1,7 мм – для 1-ї балки, -2,3 мм – для другої, -1,5 мм – для третьої, -1,6 мм – для четвертої і п’ятої, -1,8 мм – для шостої та -1,4 мм – для сьомої і восьмої балки. Якщо ці значення порівняти з похибкою визначення висотної координати, то можна зробити висновок про значущість короткоперіодичних деформацій.

Другим показником короткоперіодичних деформацій, який ми застосували – це просторове зміщення кожної з 24-х деформаційних точок та побудова просторової моделі деформації прольоту мосту. Загалом, планові деформації в кілька разів більші за прогини в кожному циклі. Деформації різних точок мосту є нерівномірними. Просторові деформації точок з південної сторони мосту (№ 1, 9, 17, 2, 10, 18) є максимальними в кожному циклі і сягають 10-14 мм, що спонукає зробити висновок, що основною причиною короткоперіодичних деформацій є сонячні промені. Просторові моделі короткоперіодичних деформацій для усіх циклів побудовані в програмному середовищі Digitals (рис.3-4). Чорним прямокутником позначено положення деформаційних точок в 1-му циклі, оливковим кольором – положення відповідних точок в певному циклі спостережень. Масштаб по осі Z збільшено в 3 рази.

Наявні складні деформації балок мосту – поперечний вигин та кручення.

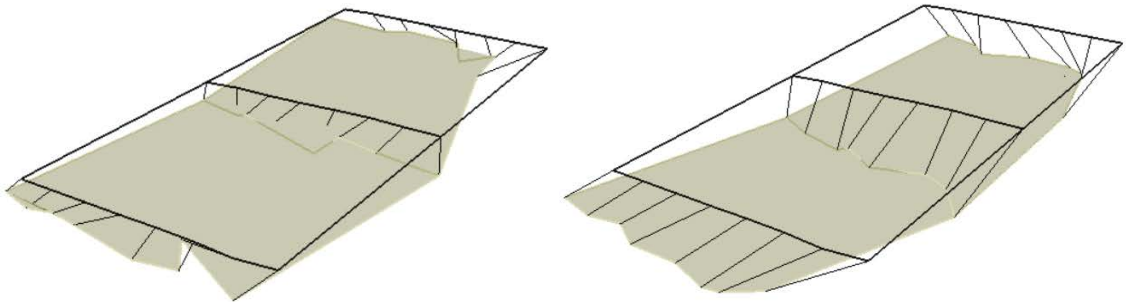


Рис.3. Просторова модель короткоперіодичних деформацій мосту в 2-му та 3-му циклах

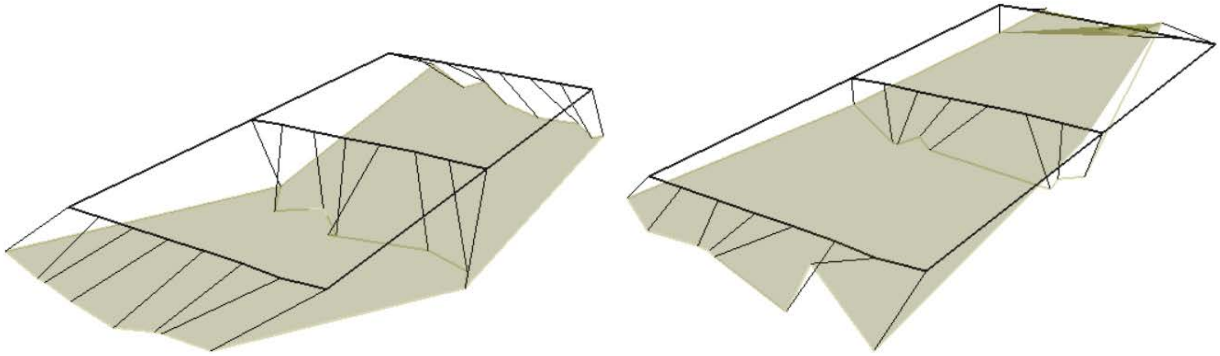


Рис.4. Просторова модель короткоперіодичних деформацій мосту в 5-му та 7-му циклах

Висновки. Безвідбивний метод знімання електронним тахеометром Leica TCR 1205 забезпечує високу точність визначення просторового положення точки з середньою квадратичною похибкою меншою 1 мм на віддалях до 50 м.

Короткоперіодичні деформації балок мосту мають значну величину ї їх можна зафіксувати геодезичними методами. Просторові деформації різних точок мосту в одному циклі значно різняться між собою. Максимальних значень деформації набувають в точках повернутих до сонячних променів. Присутні складні деформації балок, такі як поперечний вигин та кручення, що значно збільшує зусилля в конструктивних елементах мосту.

Короткоперіодичні деформації набувають максимального значення в період з 13 до 16 години, а потім затухають.

Вірогідною видається гіпотеза про те, що основною причиною короткоперіодичних деформацій є нагрівання конструкцій сонячним промінням.

Моніторинг короткоперіодичних деформацій слід розглядати як невід'ємну складову мостової інформаційної системи (BrIM).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-6:2009. Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування: – К.: Мінрегіонбуд України. – 2009. – 63 с.

2. Braun J., Štroner M. Geodetic measurement of longitudinal displacements of the railway bridge. Geoinformatics FCE CTU 12. – Praha. – 2014. – P.16-21. DOI:10.14311/gi.12.3. Режим доступу: https://www.fig.net/resources/proceedings/2014/2014_ingeo/TS7-02_Braun.pdf.pdf

3. Chirilă C., Albu-Budusanu R.M. Applying trigonometric levelling for monitoring the vertical deformations of engineering structures. Environmental Engineering and Management Journal, 18 (9). – 2019. – P. 1859–1866.

4. Zhang L., Zha X. Monitoring and result analysis of temporary railway bridge construction. Journal of Geomatics, 43 (6), – 2018. – P. 113–116. DOI:10.14188/j.2095-6045.2016427.

5. Gučević J., Delčev S., Ogrizović V., Pejič M., Popović J. and Pejović M. Geodetic works during the estimation of the vertical displacement of a bridge under a load test. INGEO 2014. – Belgrade. – 2014. – P.237-242.

6. Bárta L., Bureš J., Otakar Švábenský O, Geodetic monitoring of bridge structures in operation. Contributions to International Conferences on Engineering Surveying. – 2020. – P. 198–210.

7. Beben D., Anigacz W. Examine changes in geometric parameters of a suspension bridge using various geodetic methods. Proc. 19th Int. Geodätische Woche Obergurgl 2017, ed K Hanke and T Weinold. – Berlin: Wichmamm. – 2017. – P. 21-30

8. Xi R., Jiang W., Meng X., Chen H., Chen Q. Bridge monitoring using BDS-RTK and GPS-RTK techniques. Measurement, 2018 – Elsevier Volume 120. – 2018. – P. 128-139

9. Xinpeng W., Qingzhi Z., Ruijie X., Chenfeng L., Guanqing L., Ling L., Review of bridge structural Health Monitoring Based on GNSS: from displacement monitoring to dynamic characteristic identification. IEEE ACCESS. VOLUME 9. – 2021. – P. 80043-80065

10. Xi R., He Q., Meng X., Bridge monitoring using multi-GNSS observations with high cutoff elevations: A case study. Measurement, vol. 168. – 2021. Art. no. 108303

11. Ellmann A., Idnurm J., Kiisa M., Idnurm S.. Geodetic monitoring of bridge deformations occurring during static load testing. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 10 (1). – 2015. – P.17-27. DOI:10.3846/bjrbe.2015.03/

12. Romanovskyi A., Lisnyk O. Application of BIM in bridge construction. Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва, випуск II (44). – 2022. – С. 49-52 DOI: www.doi.org/10.33841/1819-1339-2-44-49-52

13. Taşçi L. Deformation monitoring in steel arch bridges through close-range photogrammetry and the finite element method. Experimental Techniques, 39. – 2015 – P. 3–10. https://doi.org/10.1111/ext.12022.

14. Gawronek P., Makuch M. TLS measurement during static load testing of a railway bridge. ISPRS International Journal of Geo-Information, 8 (1). –2019. – art. no. 44.

15. Erdélyi J., Kopáčik A., Lipták I., Kyrinovič P. Pedestrian bridge monitoring using terrestrial laser scanning. Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies. Proceedings of the International Conference on Engineering Sciences and Technologies, ESaT. – 2016. – P. 51–56.

16. Peroš J., Paar R., Divić V. Application of Fused Laser Scans and Image Data – RGB+D for Displacement Monitoring. Contributions to International Conferences on Engineering Surveying. – 2021. – P. 157-168.

candidate of technical sciences **Bohdan Bachyshyn,**
associate professor of the Department of Geodesy and cartography
National university of Water and Environmental Engineering, Rivne

GEODESIC MONITORING OF SHORT-TERM BRIDGE DEFORMATIONS IN RIVNE

The safe bridges functioning is a condition for long-term and accident-free operation of highways and railways. This work object is to study the short-term deformations of the bridge. The relevance of this problem is that the short-period component of deformations understudied, because its monitoring requires continuous observations of the bridge structure and requires the installation of stationary measurement stations. The very values of the deformations and their influence on the safe functioning of the structure remain little researched. A Leica TCR 1205 electronic reflection-free total station was used to study the short-term deformations of the bridge along Popovycha Street in Rivne. Eight cycles of observations were conducted during daylight hours from one station. The measurement results were processed as double exact measurements of homogeneous quantities.

The monitoring results indicate that the short-term deformations of the bridge beams are significant and can be recorded by geodetic methods. Spatial deformations of different points of the bridge in one cycle differ significantly from each other. The maximum deformation values obtained at the points turned towards the sun's rays. There are complex deformations of the beams, such as transverse bending and torsion, which significantly increases the forces in the structural elements of the bridge. Short-term deformations reach their maximum value at the period from 1 to 4 p.m., and then subside. The hypothesis that the main cause of short-term deformations is the heating of structures by solar rays seems reliable. Short-term deformation monitoring should be considered as an integral part of the bridge information system (BrIM).

Keywords: geodetic monitoring; short-term deformations; bridge; electronic total station.

REFERENCES

1. DBN V.2.3-6:2009. Sporudy transportu. Mosty ta truby. Obstezhennja I vyprobovuvannja: – K.: Minregionud Ukrajiny. – 2009. – 63 s. {in Ukrainian}

2. Braun J., Štroner M. Geodetic measurement of longitudinal displacements of the railway bridge. Geoinformatics FCE CTU 12. – Praha. – 2014. – P.16-21. DOI:10.14311/gi.12.3. Режим доступу: https://www.fig.net/resources/proceedings/2014/2014_ingeo/TS7-02_Braun.pdf.pdf. {in English}

3. Chirilă C., Albu-Budusanu R.M. Applying trigonometric levelling for monitoring the vertical deformations of engineering structures. Environmental Engineering and Management Journal, 18 (9). – 2019. – P. 1859–1866. {in English}

4. Zhang L., Zha X. Monitoring and result analysis of temporary railway bridge construction. Journal of Geomatics, 43 (6), – 2018. – P. 113–116. DOI:10.14188/j.2095-6045.2016427. {in English}

5. Gučević J., Delčev S., Ogrizović V., Pejič M., Popović J. and Pejović M. Geodetic works during the estimation of the vertical displacement of a bridge under a load test. INGEO 2014. – Belgrade. – 2014. – P.237-242. {in English}

6. Bárta L., Bureš J., Otakar Švábenský O, Geodetic monitoring of bridge structures in operation. Contributions to International Conferences on Engineering Surveying. – 2020. – P. 198–210. {in English}

7. Beben D., Anigacz W. Examine changes in geometric parameters of a suspension bridge using various geodetic methods. Proc. 19th Int. Geodätische Woche Obergurgl 2017, ed K Hanke and T Weinold. – Berlin: Wichmamm. – 2017. – P. 21-30. {in English}

8. Xi R., Jiang W., Meng X., Chen H., Chen Q. Bridge monitoring using BDS-RTK and GPS-RTK techniques. Measurement, 2018 – Elsevier Volume 120. – 2018. – P. 128-139. {in English}

9. Xinpeng W., Qingzhi Z., Ruijie X., Chenfeng L., Guanqing L., Ling L. Review of bridge structural Health Monitoring Based on GNSS: from displacement monitoring to dynamic characteristic identification. IEEE ACCESS. VOLUME 9. – 2021. – P. 80043-80065. {in English}

10. Xi R., He Q., Meng X. Bridge monitoring using multi-GNSS observations with high cutoff elevations: A case study. Measurement, vol. 168. – 2021. Art. no. 108303. {in English}

11. Ellmann A., Idnurm J., Kiisa M., Idnurm S. Geodetic monitoring of bridge deformations occurring during static load testing. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 10 (1). – 2015. – P.17-27. DOI:10.3846/bjrbe.2015.03. {in English}

12. Romanovskyi A., Lisnyk O. Application of BIM in bridge construction. Suchasni dosjagnennja geodezychnoji nauky i vyrobnyctva, vypusk (44). – 2022. – S. 49-52 DOI: www.doi.org/10.33841/1819-1339-2-44-49-52. {in English}

13. Taşçi L. Deformation monitoring in steel arch bridges through close-range photogrammetry and the finite element method. Experimental Techniques, 39. – 2015 – P. 3–10. https://doi.org/10.1111/ext.12022. {in English}

14. Gawronek P., Makuch M. TLS measurement during static load testing of a railway bridge. ISPRS International Journal of Geo-Information, 8 (1). –2019. – art. no. 44. {in English}

15. Erdélyi J., Kopáčik A., Lipták I., Kyrinovič P. Pedestrian bridge monitoring using terrestrial laser scanning. Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies. Proceedings of the International Conference on Engineering Sciences and Technologies, ESaT. – 2016. – P. 51–56. {in English}

16. Peroš J., Paar R., Divić V. Application of Fused Laser Scans and Image Data – RGB+D for Displacement Monitoring. Contributions to International Conferences on Engineering Surveying. – 2021. – P. 157-168. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.268-285
УДК 528.4: 528.6
д.п.н., професор **Браславська О.В.**,
oksana.braslavska@udpu.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0852-686X,
к.т.н., доцент **Дець Т.І.**, tdec@ukr.net, ORCID: 0000-0003-3579-8326,
Рожі Т.А., tomas.rozhi.94@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6794-9662,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

РОЛЬ ГЕОДЕЗІЇ У РОЗВИТКУ ДРОН-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ, КАРТОГРАФУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ

Розглядається актуальність і важливість інтеграції геодезичних методів у технології дистанційного зондування з дронів. Основна увага приділяється вивченню можливостей дронів як інноваційного інструменту, що відкриває нові перспективи для вимірювання, картографування та моніторингу територій. Аналізуються передові геодезичні технології та їх застосування у роботі з дронами, включаючи фотограмметрію, лазерне сканування та інші методи збору даних. Мета статті. Визначення і систематизація ролі геодезії у прогресі дрон-технологій, які використовуються для точних вимірювань, картографування та моніторингу територій. Завдання дослідження: проаналізувати сучасний стан геодезичних методів в контексті їх застосування в дрон-технологіях; дослідити можливості використання безпілотних літальних апаратів для геодезичних робіт. Розробити рекомендації щодо інтеграції дрон-технологій в геодезичну практику. Методи дослідження: аналітичний метод – систематичний аналіз наукових публікацій, статей та доповідей, що висвітлюють актуальні питання геодезії та дрон-технологій, їх розвитку та застосування; емпіричний метод – збір та обробка даних з використанням дронів, проведення вимірювань, моніторингу та картографування для оцінки точності та ефективності цих технологій; експериментальний метод – проведення польових випробувань дрон-технологій для збору первинних даних, їх аналізу та порівняння з традиційними геодезичними методами. Важливою частиною дослідження є оцінка ефективності використання дронів у порівнянні з традиційними методами, з особливим акцентом на підвищення точності, швидкості та зниження вартості геодезичних робіт. Також розглядається вплив правових аспектів на використання дронів у геодезії, в тому числі можливості її адаптації до сучасних геодезичних потреб.

Ключові слова: картографічний дрон; геодезичне завдання; картографування території; ортофотоплан; цифрова модель рельєфу; дешифрування даних.

Актуальність. Топографічні зображення та геодезичні картографії є незамінними в багатьох аспектах людської діяльності, включно з навігацією, архітектурою, воєнними та мінералогічними застосуваннями. Вони є основою для дизайну та конструкції різноманітних об'єктів, тому швидке та точне створення цих планів є критично важливим. Існують різні сучасні техніки для цього, включаючи лазерне сканування, глобальну супутникову навігаційну систему (ГСНС) і тахеометрію. Знімання з використанням безпілотних літальних апаратів (КД) або картографічних дронів (КД) стає все більш популярним завдяки таким перевагам як доступна ціна обладнання та ефективність польових робіт, що також включає створення тривимірних моделей і автоматизоване дешифрування зображень [5].

Ефективні технології та методики є ключовими для прогресу системи картографії та спостереження за територіями в Україні, які мають забезпечити швидкий, точний та надійний збір просторових даних у цифровому форматі. Використання дронів для створення деталізованих карт є одним з таких інструментів. Інноваційні практики у сфері кадастру та картографії вимагають новітніх технологій для розроблення картографічної бази та впровадження сучасних методів. Найбільш ефективним методом для створення картографічних основ є використання аерофотознімання великого масштабу за допомогою дронів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Використання аерофотознімання території застосовувалося ще в XIX ст. Однак, лише з інтенсивним розвитком обчислювальної техніки стало можливим ефективне застосування КД у геодезії та фотограмметрії. Дослідження теоретичних аспектів та практичного застосування створення цифрової моделі місцевості, зокрема з використанням космічних знімків, представлені у працях Андрєєв С., Жилін В. [2], Вертегел С., Вишняков В., Гуреля В., Сластін С., Піскун О., Харченко С., Мороз В. [4], Мохсан С.А.Х., Хан М.А., Нур Ф., Улла І., Альшаріф М.Х. [15] та інших дослідників. Спеціально, Гріффітс Д., Бернінгем Х. [13] розробили методологію, яка забезпечує підвищену точність зйомки за допомогою космічних апаратів. Автоматизований процес дешифрування, включаючи застосування методів нейромереж, був предметом дослідження у роботах: Кубрак Ю., Плечистий Д., Толстой І. [6]; Гематулін В., Камсінг П., Тортіка П., Сомджіт Т., Фісаннупавонг Т., Джараван Т. [14]. Точність та

ефективність сучасних методів дешифрування, зокрема алгоритму OBIA, були проаналізовані в Толкунова Ю. [9], Бабінець А., Апельтауер Й. [11].

Мета. Визначення та аналіз ролі геодезії в прогресі дрон-технологій, які застосовуються для вимірювання, картографування та моніторингу територій.

Задачі дослідження:

– огляд сучасного стану дрон-технологій у сфері геодезичних робіт.

– аналіз методів вимірювання та картографування з використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

– дослідження впливу геодезичних даних на точність та ефективність моніторингу територій з допомогою дронів.

– розробка рекомендацій по інтеграції геодезичних методів у процеси планування та проведення дрон-моніторингу.

Методи. Для виконання геодезичних робіт та моніторингу земель, а також для створення просторових моделей, що є частиною геодезичного чи геоінформаційного забезпечення, активно використовуються картографічні дрони. Вони виконують три ключові функції: збір геопросторових даних, оперативну підтримку при екстрених подіях, та систематичний геомоніторинг або геотехнічний моніторинг. Процес аерофотознімання об'єднує два типи завдань: керування польотами та збір інформації. Управлінські завдання базуються на принципах керування рухомими об'єктами та мультицільового керування групами дронів. Основні етапи знімання та просторового моделювання з використанням картографічних дронів ілюструються на рис. 1.

Процес аерофотознімання включає в себе використання трьох різних каналів: фотограмметричного, телевізійного та сенсорного, які доповнюють один одного в рамках єдиної технологічної системи. Дані, зібрані за допомогою зйомки, трансформуються в моделі. На початковому етапі виконують всебічну зйомку, яка дає інформацію про три типи просторових об'єктів. Далі, з використанням зібраних точкових даних, відбувається побудова моделей цих об'єктів, які складаються з множини взаємопов'язаних точок. У цьому процесі застосовуються методи семантичного моделювання або конструювання. Після цього, окремі моделі об'єднують в єдину інтегровану просторову модель. Для деяких специфічних просторових об'єктів було розроблено окремий алгоритм для створення просторових моделей.

Використання дронів відкрило нові перспективи для створення просторових моделей. Зокрема, дрони здатні не тільки масово збирати дані, але й виконувати збір інформації за індивідуальними технічними завданнями для конкретних моделей, об'єктів або їх частин. Особливість такого збору інформації полягає в можливості контролю з землі, де оператор має змогу вибирати не тільки кут зйомки, але й позиціонування сенсора відносно об'єкту.

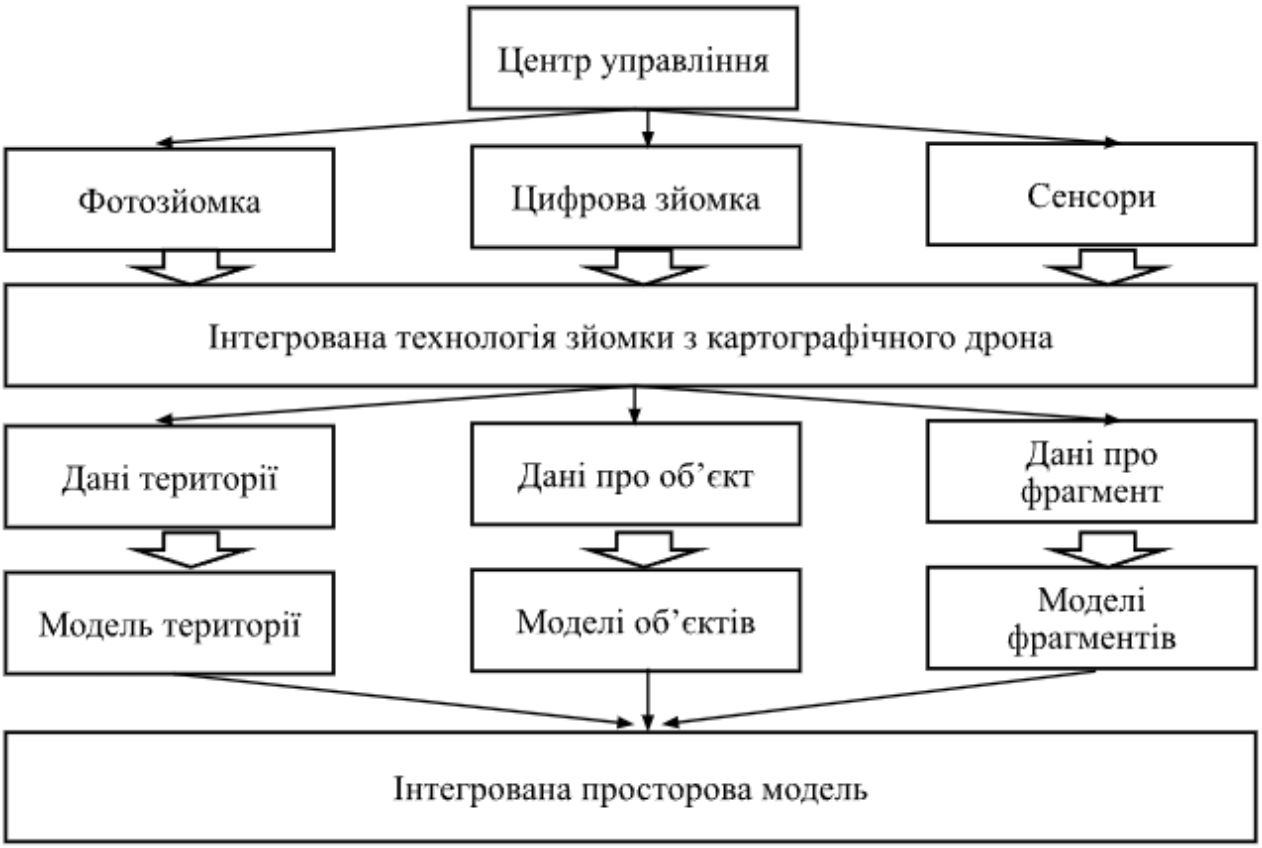


Рис. 1. Основні етапи зйомки та просторового моделювання з використанням КД

Результати. Картографічний дрон (КД) – це автономний літальний апарат, який створює підйомну силу, використовуючи аеродинамічні принципи через нерухоме або роторне крило (типу літака чи вертольота) і обладнаний двигуном з достатньою вантажністю і автономністю для виконання спеціалізованих завдань. В областях, таких як землевпорядкування, геодезія та картографія, використовуються дрони, що можуть бути оснащені спеціалізованими пристроями GPS/INS, а також високоякісними камерами з великою матрицею і центральним затвором на гідростабілізованій платформі, яка забезпечує стабільне положення камери незалежно від зовнішніх умов [10]. КД виконують польоти над територією в автоматичному чи напівавтоматичному режимах, а зібрані зображення обробляються за допомогою спеціалізованого ПЗ для створення цифрових моделей терену, рельєфу та ортофотопланів.

Перевагами використання дронів для аерофотознімання є швидкість роботи та можливість створення цифрових карт та планів регіонів з обмеженим доступом чи невеликих за розміром територій, де немає змісту або не економічно обґрунтовано проводити детальне дослідження за допомогою супутникових зображень або звичайного аерофотознімання. Крім того, дрони ефективні для періодичної зйомки великих та протяжних об'єктів як

трубопроводи, лінії електропередач, шляхи сполучення для моніторингу стану. Особливу цінність дрони представляють для зйомки територій, які важко зображати на аерокосмічних знімках через хмарність чи тіні, а також для роботи в зонах з надзвичайними ситуаціями, забезпечуючи безпеку людей.

Дрони дозволяють швидко отримувати фотографії об'єктів для подальшого використання. В сільському господарстві для фотографування полів застосовують два типи дронів. Перший тип – це моделі з фіксованим крилом (подібно до літака), які ефективні для зйомки подовжених полів, але не можуть зависати над однією точкою. Другий тип – це мультикоптери, які можуть здійснювати точкові зйомки, але мають обмежений радіус дії (рис. 2.). Дрони у сільському господарстві можуть виконувати різноманітні завдання, такі як відеозйомка, аерофотографія, лазерне сканування, а інколи і обприскування полів.

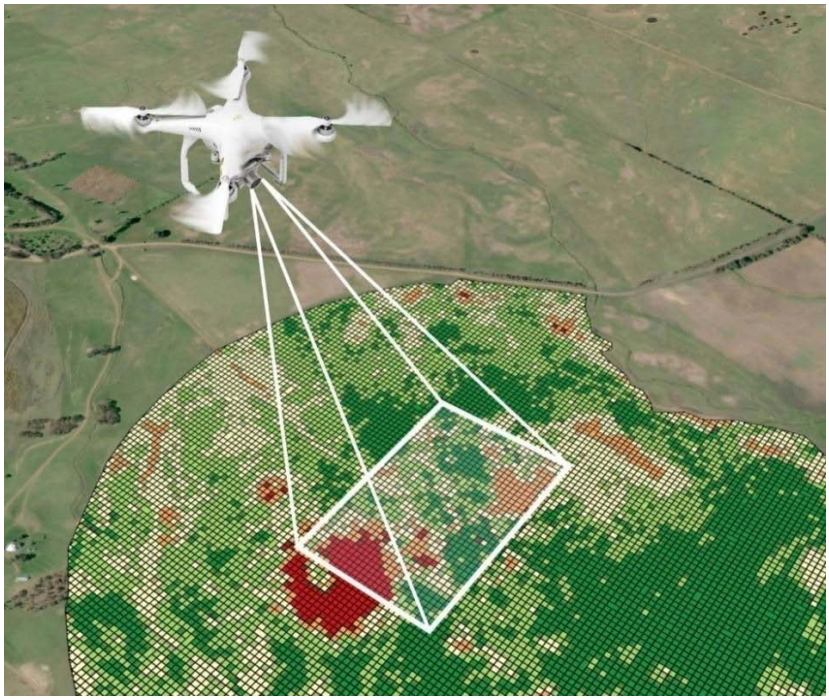


Рис. 2. Зйомка місцевості з використанням картографічного дрону [14]

Методики дистанційного зондування земної поверхні розвиваються швидкими темпами. Використання даних, отриманих з аерофотозйомок та космічних знімків, зростає у різних областях людської діяльності. Тепер створення геоприв'язаних ортофотопланів можливе без високих витрат на традиційну аерофотозйомку, таку як супутникова або за допомогою літаків, завдяки прогресу в індустрії ультрамалих безпілотних літальних апаратів. Дрон може здійснити зйомку від декількох десятків до тисяч гектарів за один виліт, забезпечуючи велику кількість знімків для створення геоприв'язаних ортофотопланів [13].

Для кадастрових та інших спеціалізованих робіт необхідні ортофотоплани території з високою просторовою роздільністю, починаючи від 5 см на піксель, та високою точністю планових координат, яка повинна бути 10 см або кращою. Для досягнення такої точної географічної прив'язки кінцевих моделей застосовують два методи. Один з них полягає в розміщенні контрольних точок планово-висотного обґрунтування (ПВО) перед початком льотних робіт. Ці точки являють собою невеликі контрастні об'єкти з точно виміряними координатами за допомогою інструментального вимірювання. Контрольні точки ПВО мають бути чітко розпізнаваними на зображеннях, отриманих з допомогою дронів [6, с. 44].

Перед початком аерофотознімання необхідно визначити ряд параметрів: висоту польоту, фокусну відстань фотоапаратури, оптимальний сезон і час для польотів, а також спланувати маршрути прольоту. Правильне планування маршруту важливе для забезпечення перекриття знімків: частини території повинні фіксуватися на двох суміжних фотографіях, що дозволяє їх накладення один на одного. Стандартне поздовжнє перекриття для таких знімків становить 60%, хоча в деяких випадках можуть бути змінені вимоги. Для зйомки великих територій використовують серію паралельних маршрутів з поперечним перекриттям, яке зазвичай є 30%. Схему розташування маршрутів і перекриття можна побачити на рис. 3.

Під час кожного циклу фотографування важливо фіксувати просторове положення кожного знімка відносно обраної системи координат. Це визначається за допомогою так званих елементів зовнішнього орієнтування, які включають три лінійні координати центру проекції знімка (*xs, ys, zs*) та три кути, що описують його орієнтацію відносно осей координат. Такий підхід необхідний через переміщення основи під час здійснення аерофотознімання.

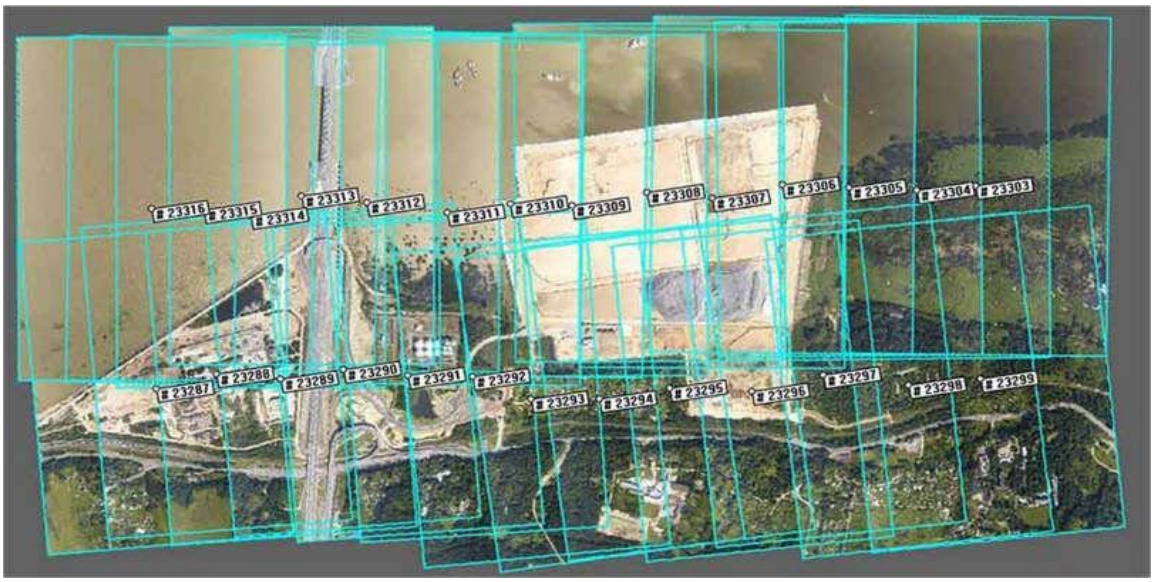


Рис. 3. Цифрове аерофотознімання з використанням картографічного дрона [16]

Географічне прив'язування растрових зображень є частиною лабораторної обробки, яка виконується з використанням координат контрольних точок. У другому підході для досягнення високої точності геопросторових даних застосовуються безпілотні апарати, оснащені геодезичними приймачами, а також використовується наземна базова станція, розташована в пункті з точно визначеними координатами, що проводить моніторинг супутників і збір даних з частотою від 1 до 10 Гц. Під час лабораторної обробки, дані з дрона та базової станції обробляються за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє точно визначити координати місця знімання, враховуючи кутові відхилення та інші параметри польоту дрона у момент виконання знімка [2].

Серед найбільш використовуваних моделей дронів для геодезичних завдань виділяються Yuneec H520 RTK та DJI Phantom 4 RTK, де RTK (Real Time Kinematic) належать до високоточної системи супутникової навігації, що застосовується для збільшення точності локаційних даних дрона. Промисловий дрон Yuneec H520 RTK не обмежений зонами заборонених польотів і може точно визначати своє місцеположення за допомогою GPS, Galileo, BeiDou. Також ця модель може продовжувати політ у разі виходу з ладу одного з двигунів. Зібрані дані зберігаються на SD-карті для подальшої обробки. У DJI Phantom 4 RTK інтегровано новий RTK-модуль, що дозволяє в реальному часі отримувати дуже точні дані про позиціонування з точністю до сантиметра та мінімальною помилкою у метаданих зображення. Під RTK-приймачем розташований модуль для підвищення стабільності польотів у регіонах зі слабким сигналом, як-от у міських зонах. Взаємодія цих двох модулів у Phantom 4 RTK покращує безпеку польоту та точність даних для потреб геодезії та картографії [11].

Перед початком геодезичного знімання формуються завдання на проведення аерофотознімання. Замовники зазвичай надають інформацію про приблизні границі полів, найчастіше на основі агрохімічних досліджень, але також можуть використовуватися й інші картографічні матеріали. Відповідно до цих попередньо визначених кордонів полягає вибір методу знімання. Розглядаючи використання квадрокоптера DJI Phantom 4 RTK для аерофотознімання полів, процес включає чотири головні етапи: підготовку техніки до польоту, розробку плану польоту, сам політ та аналіз зібраних даних.

Перед розробкою плану польоту необхідно здійснити ряд перевірок: реєстрацію дрона, відсутність обмежень на польоти в районі, де плануються роботи, справність обладнання та погодні умови. За добу до запланованого

використання дрона треба визначити графік робіт та пересвідчитись, що виконання завдання відповідає певним критеріям [3, с. 51-52]:

Сприятливі метеорологічні умови. Польоти для аерофотознімання неможливі навіть за умов легких опадів, оскільки робота роторів квадрокоптера утворює водяну завісу біля об'єктива камери, що робить неможливим отримання високоякісних фотографій. Максимально допустима швидкість вітру для польотів становить 10 м/с або 36 км/год.

Наявність достатнього освітлення. Для цього слід враховувати час сходу і заходу сонця. При яскравому світлі для покращення контрастності знімків можна застосовувати поляризаційні фільтри, які підвищують контрастність і зменшують блиски, та ультрафіолетові фільтри, що захищають камеру від механічних ушкоджень та знижують вплив ультрафіолетового випромінювання на фотографії.

Достатня кількість супутників у полі зору. Мінімальна кількість супутників, необхідних для здійснення аерофотознімання, становить 9.

Планування маршруту. Якісне знімання вимагає попереднього визначення маршруту над територією знімання. Часто рекомендують користуватися програмним забезпеченням для планування маршрутів, що дозволяє автоматизувати цей процес. Ручний режим польоту зазвичай вибирають досвідчені пілоти, оскільки він може сприяти більш ефективному виконанню завдань [15].

Для організації польотів і проведення аерофотознімання можна застосувати додаток «GS RTK», який є корисним для картографічних робіт та проведення інспекцій. У випадку несподіваних погодних умов, як-от сильний вітер або дощ, пілот отримає сповіщення через програму. «GS RTK» надає можливість керувати Phantom 4 RTK у двох режимах: «Фотограмметрія» та «Політ за точками». За допомогою цього додатку легко спланувати маршрут, налаштувати перекриття знімків, параметри камери та швидкість під час знімання. Регулювання налаштувань камери дрона є важливою задачею, оскільки потрібно врахувати чимало чинників, які впливають на якість фотоматеріалу х4ї.

Наступний крок – це польоти, які включають зльоти, сам політ та посадку дрона. Для зльоту слід обрати спеціально підготовлену площадку, якою може бути асфальтована ділянка або спеціальний кейс, що використовується для транспортування квадрокоптера. Зльоти з поверхні автомобіля категорично не рекомендуються, оскільки це може призвести до збоїв у роботі магнітометра дрона. Після зльоту пілоту важливо забезпечити стабільний вихід апарату на запланований маршрут.

Після завершення аерофотознімання наступає етап оброблення отриманих зображень. Необхідно завантажити фотографії та визначити координатну систему. У квадрокоптері DJI Phantom 4 фото зберігаються у відокремлених папках для кожного польоту, а не для кожної місії, тому спершу слід розсортувати папки згідно з місіями для зручності подальшої роботи. При використанні аналогових камер необхідно вручну задати початкові параметри калібрування камери та встановити координати для кожного знімка. Створення топографічних карт за допомогою дронів вважається одним з найбільш ефективних та точних методів збору геоданих на сьогодні. Робота з дронами починається з планування польоту за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, що зазвичай включає вибір території для знімання та налаштування параметрів польоту [1]. Після запуску, дрон виконує політ автономно, роблячи знімки та використовуючи GPS для точного визначення свого розташування (рис. 4.).

Рис. 4. Ортофотоплан знятий із КД [16]

Після завершення знмання дані підлягають обробці в спеціальному програмному забезпеченні, яке генерує карту висот та інші важливі відомості для складання топографічного плану. Процес може включати в себе створення тривимірної моделі території, яку можна використовувати для проектування будинків, доріг та інших інфраструктурних споруд (рис. 5.).

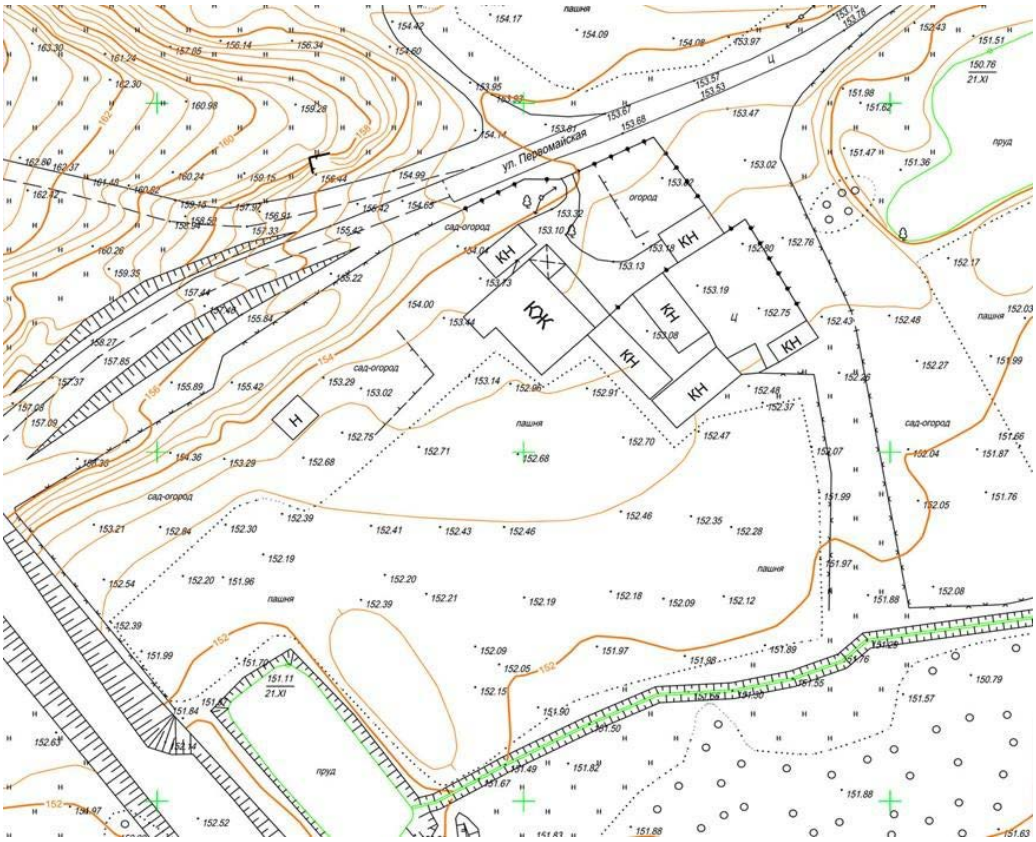


Рис. 5. Топографічний план, зроблений за допомогою КД (оброблено авторами)

Створення ЦМР та визначення висотних характеристик за допомогою дрона. Цифрова модель рельєфу (ЦМР) та гіпсометричні дані (вимір висот на земній поверхні) можна отримати з використанням безпілотних апаратів (рис. 6.). Для цього застосовуються спеціальні датчики та фотоапаратура, які фіксують поверхню землі з заданої висоти та відтворюють тривимірні моделі місцевості.

Для формування Цифрової Моделі Рельєфу (ЦМР) та виміру висотних характеристик дрон здійснює серію польотів над цільовою територією. Зібрані в процесі польотів дані слугують для реконструкції точної тривимірної моделі терену, яка може бути застосована у широкому спектрі завдань. Отримані з використанням дрона ЦМР та гіпсометричні відомості користуються попитом у багатьох сферах, включно з геодезією, картографією, будівництвом, містобудуванням, аграрним сектором та іншими галузями. Ці дані можуть використовуватися для складання карт, планування шляхів, визначення розміщення споруд, проектування масштабних розробок тощо [7].

Для виконання робіт зі створення топографічної карти масштабу 1 до 1000 обрали паркову зону. На вибраній території розташовано лише кілька наземних об'єктів, переважно відкриті простори, окремі дерева та їх групи, а також сільськогосподарські шляхи. Загальна площа парку складає 50 гектарів (рис. 7.).

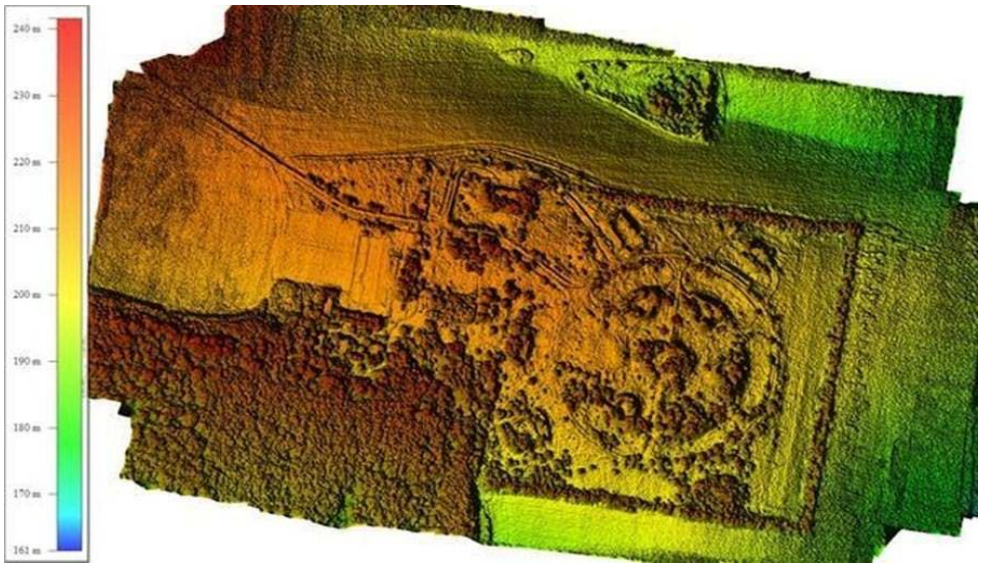


Рис. 6. ЦМР (цифрова модель рельєфу) знята за допомогою КД (оброблено авторами)

Рис. 7. Паркова зона для створення топографічної карти

В результаті при середній висоті польоту 164,6 м та знімальної площі 0,4 км2 отримано 357 зображень зі значенням GSD = 3 см/піксель (рис. 8.).

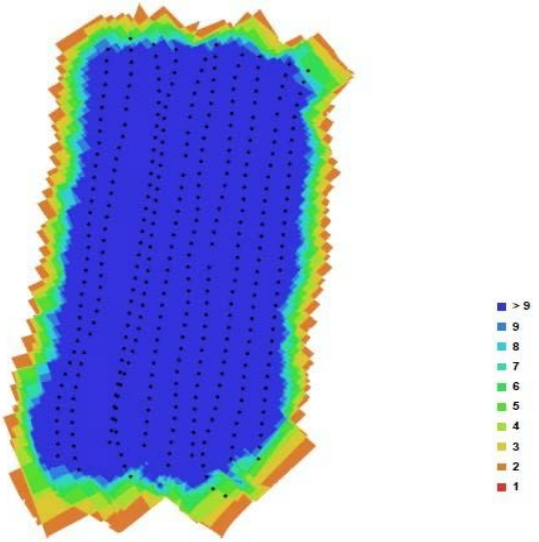


Рис. 8. Схема розташування точок фіксації (камер) біля знімання (виконано авторами)

Градація кольорів на зображеннях відображає рівень їх перекриття. Першим кроком у процесі офісної обробки стало створення густої хмари точок за допомогою технології багатовидової реконструкції, яка базується на зібраних фотознімках, координатах місць фотографування та контрольних точках. Цей процес також відомий як створення структури з руху, що передбачає отримання тривимірної структури через аналіз руху однієї або декількох камер [12]. Потім, використовуючи програмне забезпечення «Agisoft Photoscan», було автоматизовано створено карту висот для даної місцевості (рис. 9).

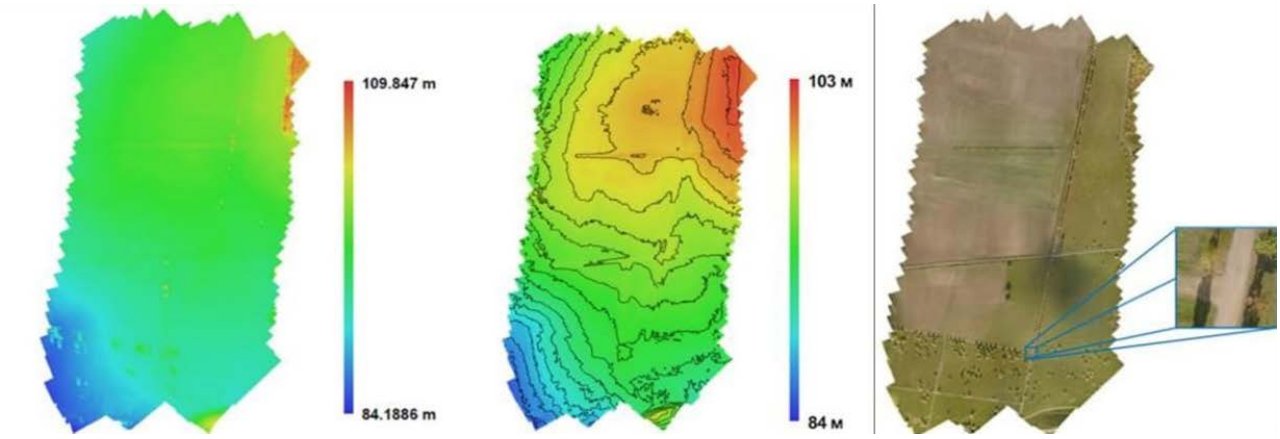


Рис. 9. Карта висот місцевості (а) та карта висот рельєфу з горизонталями (б) у вигляді градієнтної заливки, колір якої відображає висотне положення точки місцевості та ортофотоплан території (в) (виконано авторами)

Постановка контурів висот виконувалася на підставі карти висот території, яка була сформована програмою за допомогою визначення точок класу «земля» у густій масі точок (рис. 9б). Також у даному програмному забезпеченні було автоматизовано створено ортофотоплан (рис. 9в). При його формуванні застосовувалися початкові знімки та відновлена модель, що забезпечило отримання зображення з високою роздільною здатністю [6]. Такі карти висот та рельєфу, а також ортофотоплан, є достатніми для кабінетного дешифрування території. Оскільки аерофотознімання з дрона ведеться з невеликої висоти, а територія забудована не густо і не покрита щільною високою рослинністю, і при цьому роздільна здатність знімків велика, потреба в польовому дешифруванні відсутня. Дешифрування об'єктів території здійснено у два етапи: класифікація об'єктів та векторизація створеної тематичної карти.

З метою вибору методики, яка дозволяє точно класифікувати об'єкти, була обрана частина ортофотоплану (рис. 10.), який представлений на рисунку 8. На цій частині відображені типові для місцевості об'єкти: луки, дві смуги дерев (інформація походить з рис. 9.), а також дві польові дороги та місце їх перетину. Аерофотознімання цієї ділянки проведено в такий час, коли тіні

мають значний розмір, що вносить додаткові труднощі в процес класифікації та векторизації об'єктів.

Рис. 10. Фрагмент ортофотоплану, що використовується для автоматизованого створення топографічного плану (виконано авторами)

Для спрощення обробки даних, отриманих під час аерофотознімання, використовуються технології супутникового позиціонування, такі як GPS (Global Positioning System), які забезпечують визначення відстаней, часу та місцезнаходження в рамках глобальної системи координат WGS 84. Використання дронів для створення топографічних карт і моніторингу територій має ряд переваг порівняно з традиційними методами збору геоданих. По-перше, такий метод є значно швидшим у порівнянні з земними вимірюваннями. По-друге, він дозволяє збирати дані з вищою точністю, що може бути вирішальним для інженерних та будівельних проектів [9]. Наостанок, цей метод ефективний для роботи на великій відстані та на місцевостях зі складним рельєфом, що робить його ідеальним для спостереження за змінами в ландшафті та виконання будівельних робіт у важкодоступних місцях.

Отже, застосування безпілотних літальних апаратів у сфері геодезії представляє собою перспективний напрямок, що має потенціал суттєво вдосконалити процедури геодезичних вимірювань та аерофотознімання. Ця технологія вже широко використовується у багатьох галузях та продовжує активно розвиватися.

Висновки та перспективи. Визначено, що просторове та геоінформаційне моделювання відкривають широкі можливості для вирішення завдань, недоступних для інших методів моделювання. Ці підходи є фундаментальними для здобуття просторових знань та невід'ємними у сфері

управління територіями, їх планування та прогнозування. Використання дронів для збору даних є ефективним інструментом просторового моделювання, який надає більше можливостей порівняно зі зніманням з літаків. Залежно від завдань і висоти польоту вибираються різні типи дронів. Економічна ефективність грає ключову роль при виборі знімання за допомогою дронів, яка є комплексною технологією з багатоканальним збором даних і можливістю використання різноманітних режимів, включно з інтерактивними та онлайн.

Здійснений аналіз свідчить, що використання технологій аерофотознімання за допомогою дронів ефективно вирішує завдання у сфері кадастру, моніторингу і може сприяти прогресу регіонів. Такий підхід є оптимальним для застосування на об'єктах кадастрових кварталів, районів, населених пунктів, що мають площу близько та більше як 2000 км². Ці технології включають здійснення космічного і аерофотознімання та інші методи отримання просторової інформації, що забезпечують необхідні дані для створення ортофотопланів на основі дешифрування. Результати такого знімання використовуються для ширшого охоплення територій при проведенні всеосяжних кадастрових робіт, які включають роботу як пілотованих, так і безпілотних літальних апаратів.

Список використаних джерел

1. Актуальні напрямки розвитку картографії в Україні / За редакцією Руденка Л. Г. Київ: Ін-т географії НАН України, 2019. 90 с.

2. Андрєєв С., Жилін В. Застосування даних аерофотозйомки з безпілотних літальних апаратів для побудови 3D-моделей місцевості. Системи управління, навігації та зв’язку. Збірник наукових праць. 2019. №1. С. 3–16. 10.26906/SUNZ.2019.1.003.

3. Афтаназів І.С., Стоцько Р.З., Шевчук А.О., Строган О.І., Бойко О.О. Визначення координат та параметрів руху безпілотних літальних апаратів. Системи озброєння і військова техніка. 2022. № 3 (71). С. 49–59. https://doi.org/10.30748/soivt.2022.71.07.

4. Вертегел С., Вишняков В., Гуреля В., Сластін С., Піскун О., Харченко С., Мороз В. Розробка методики створення і оновлення картографічної основи з використанням космічних знімків від супутників «SUPER VIEW-1». Екологічна безпека та природокористування. 2022. №41(1). С. 89–101. https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.1.89–101

5. Данкевич В.Є., Данкевич Є.М. Моніторинг сільськогосподарських угідь із застосуванням систем дистанційного зондування земель. Економіка АПК. 2019. №8. С. 27.

6. Кубрак Ю., Плечистий Д., Толстой І. формування комплексної системи стеження сучасних БПЛА на базі штучного інтелекту. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 2/2022 (133). С. 41–47. DOI https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.2.5

7. Македон В.В., Байлова О.О. Планування і організація впровадження цифрових технологій в діяльність промислових підприємств. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». 2023. Випуск 47. С. 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3

8. Македон В.В., Чабаненко А.В. Факторні складові цифровізації глобальної економіки та макроекономічних систем країн світу. Ефективна економіка. 2022. № 1. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9875. DOI: 10.32702/2307-2105-2022.1.11

9. Толкунова Ю. Розробка системи подолання перешкод для безпілотного літального апарату. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. 2022. №2(68). С. 32–36. https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.2.032

10. Ямелинець Т. Інформаційне ґрунтознавство: монографія. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2022. 352 с.

11. Babinec A., Apeltauer J. On accuracy of position estimation from aerial imagery captured by low-flying UAVs. International Journal of Transportation Science and Technology. 2016. No. 3(5). P. 152–166. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.02.002.

12. Du X., Tang Y., Gou Y., Huang Z. Data Processing and Encryption in UAV Radar. 2021 IEEE 4th Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). 2021. 1445-1450. DOI: 10.1109/IMCEC51613.2021.9482373

13. Griffiths D., Burningham H. Comparison of pre-and self-calibrated camera calibration models for UAS-derived nadir imagery for a SfM application. Progress in Physical Geography. 2019. №43(2). pp. 215–235. https://doi.org/10.1177/0309133318788964

14. Hematulin W., Kamsing P., Torteeka P., Somjit T., Phisannupawong T., Jarawan T. Trajectory planning for multiple UAVs and hierarchical collision avoidance based on nonlinear Kalman filters. Drones. 2023. № 7. P. 142.

15. Mohsan S.A.H., Khan M.A., Noor F., Ullah I., Alsharif M.H. Towards the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Comprehensive Review. Drones. 2022. No.6(6). pp. 147. https://doi.org/10.3390/drones6060147

16. Your Guide to Computer Vision in Drone Technology. URL: https://keymakr.com/blog/computer-visionin-drone-technology

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor **Braslavska Oksana**,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Dets Tetiana**,
Trainee lecturer **Rozhi Tomas**,
Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University

THE ROLE OF GEODESY IN THE DEVELOPMENT OF DRONE TECHNOLOGIES FOR MEASURING, MAPPING AND MONITORING TERRITORIES

This study examines the relevance and importance of integrating geodetic methods into remote sensing technology from drones. The main focus is on exploring the possibilities of drones as an innovative tool that opens up new perspectives for measuring, mapping and monitoring territories. Advanced geodetic technologies and their applications in drone work are analyzed, including photogrammetry, laser scanning, and other data collection methods. The purpose of the article. Defining and systematizing the role of geodesy in the advancement of drone technologies used for precise measurements, mapping and monitoring of territories. Research task: to analyze the current state of geodetic methods in the context of their application in drone technologies; explore the possibilities of using unmanned aerial vehicles for geodetic work. Develop recommendations for the integration of drone technologies into geodetic practice. Research methods: analytical method - a systematic analysis of scientific publications, articles and reports that highlight current issues of geodesy and drone technologies, their development and application; empirical method - data collection and processing using drones, measurement, monitoring and mapping to assess the accuracy and effectiveness of these technologies; experimental method - conducting field tests of drone technologies to collect primary data, analyze them and compare them with traditional geodetic methods. An important part of the research is the evaluation of the effectiveness of the use of drones in comparison with traditional methods, with a special emphasis on increasing the accuracy, speed and reducing the cost of surveying work. The influence of legal aspects on the use of drones in geodesy is also considered, including the possibility of its adaptation to modern geodetic needs.

Keywords: mapping drone; geodetic task; territory mapping; orthophoto plan; digital terrain model; data decoding.

REFERENCES

1. Rudenko, L.G. (2019) Aktual′ni napryamky rozvytku kartohrafiyi v Ukrayini [Current trends in the development of cartography in Ukraine] Edited by

Kyiv: Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine. {in Ukrainian}.

2. Andreev, S. & Zhilin, V. (2019) Zastosuvannya danykh aerofotozyomky z bezpilotnykh lital′nykh aparativ dlya pobudovy 3D-modeley mistsevosti. Systemy upravlinnya, navihatsiyi ta zv″yazku. Zbirnyk naukovykh prats, 1, 3-16. 10.26906/SUNZ.2019.1.003. {in Ukrainian}.

3. Aftanaziv, I.S., Stots′ko, R.Z., Shevchuk, A.O., Strohan, O.I., Boyko, O.O. (2022) Vyznachennya koordynat ta parametriv rukhu bezpilotnykh lital′nykh aparativ. Systemy ozbroyennya i viys′kova tekhnika, 3(71), 49–59. https://doi.org/10.30748/soivt.2022.71.07. {in Ukrainian}.

4. Vertegel, S., Vyshnyakov, V., Gurelia, V., Slastin, S., Piskun, O., Kharchenko, S., & Moroz, V. (2022) Development of the methodology for creating and updating the cartographic base using space images from the "SUPER VIEW-1" satellites. Environmental Security and Nature Management, 41(1), 89–101. https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.1.89-101. {in English}.

5. Dankevich, V.E., Dankevich, E.M. (2019) Monitoring of agricultural lands using remote land sensing systems. Economy of agro-industrial complex, No. 8, 27. {in English}.

6. Kubrak, Y.U., Plechystyy D., Tolstoy, I. (2022) Formuvannya kompleksnoyi systemy stezhennya suchasnykh BPLA na bazi shtuchnoho intelektu. Visnyk KrNU imeni Mykhayla Ostrohrads′koho, Vypusk 2(133), 41-47. DOI https://doi.org/10.32782/1995-0519.2022.2.5. {in Ukrainian}.

7. Makedon, V.V., Bailova O.O. (2023). Planning and organizing the implementation of digital technologies in the activities of industrial enterprises. Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences", Issue 47, 16-26. DOI: 10.32999/ksu2307-8030/2023-47-3. {in Ukrainian}.

8. Makedon V., Chabanenko A. (2022) Faktorni skladovi tsyfrovizatsiyi hlobal′noyi ekonomiky ta makroekonomichnykh system krayin svitu [Factor components of digitalization of the global economy and macroeconomic systems of countries]. Efektyvna ekonomika, [Online], vol. 1, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9875 DOI: 10.32702/2307-2105-2022.1.11. {in Ukrainian}.

9. Tolkunova, Y. (2022) Rozrobka systemy podolannya pereshkod dlya bezpilotnoho lital′noho aparatu. Systemy upravlinnya, navihatsiyi ta zv″yazku. Zbirnyk naukovykh prats′, 2(68), 32–36. https://doi.org/https://doi.org/10.26906/SUNZ.2022.2.032. {in Ukrainian}.

10. Yamelynets, T. (2022) Informational soil science: monograph. Lviv: LNU named after Ivan Franko. {in English}.

11. Babinec, A., Apeltauer, J. (2016) On accuracy of position estimation from aerial imagery captured by low-flying UAVs. International Journal of Transportation Science and Technology, No. 3(5), 152–166. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.02.002. {in English}.

12. Du, X., Tang, Y., Gou, Y., Huang, Z. (2021) Data Processing and Encryption in UAV Radar. 2021 IEEE 4th Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC), 1445-1450. DOI: 10.1109/IMCEC51613.2021.9482373. {in English}.

13. Griffiths, D., & Burningham, H. (2019) Comparison of pre-and self-calibrated camera calibration models for UAS-derived nadir imagery for a SfM application. Progress in Physical Geography, 43(2), 215–235. https://doi.org/10.1177/0309133318788964. {in English}.

14. Hematulin, W., Kamsing, P., Torteeka, P., Somjit, T., Phisannupawong, T., Jarawan, T. (2023) Trajectory planning for multiple UAVs and hierarchical collision avoidance based on nonlinear Kalman filters. Drones, № 7, 142. {in English}.

15. Mohsan, S.A.H., Khan, M.A., Noor, F., Ullah, I., & Alsharif, M.H. (2022) Towards the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Comprehensive Review. Drones, 6(6), 147. https://doi.org/10.3390/drones6060147. {in English}.

16. Your Guide to Computer Vision in Drone Technology. URL: https://keymakr.com/blog/computer-visionin-drone-technology. {in English}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.286-305
УДК 528.482.5
канд. техн. наук **Гладілін В.М.**,
vgladilin@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0492-3510,
д-р техн наук **Мазницький А.С.**,
amaznitskyi@gmail.com, ORCID: 0009-0000-3527-2442,
канд екон. наук **Сіроштан Т.М.**,
tanya3031@i.ua, ORCID: 0000-0001-6791-7081,
Свідерська Т.О., tsv245@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7623-6958,
канд. геогр. наук **Гамалій І.П.**,
gurgev@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3469-4798,
Білоцерківський національний аграрний університет,
Шудра Н.С., shudranatasha1984@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5416-7680,
Чуланов П.О., chulanov.po@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-6735-3770,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ВЛАСТИВОСТІ ІСТИННИХ ПОХИБОК ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ В АЛГЕБРАЇЧНОМУ КОЛІ

Істинні похибки можливо знайти коли ми знаємо істинне значення вимірюваної величини. В геодезичних вимірах та і в будь – яких інших вимірюваннях істинне значення вимірюваної величини невідоме, тому приймається якесь найбільш ймовірне значення цієї величини, сума ймовірних похибок повинна дорівнювати нулю, сума істинних похибок повинна дорівнювати нулю, тому необхідно дослідити ймовірні та істинні похибки в алгебраїчному колі.

Розглядається новий метод оцінки точності вимірів він відрізняється від традиційних тим, що в результаті обробки вимірів однієї величини одержують не тільки загальну середню квадратичну похибку, а й середні квадратичні похибки всіх вимірів.

Ключові слова: Алгебраїчне коло; замкнена система; істинні похибки; похибки вимірювань; генеральна дисперсія; середня дисперсія; випадкові величини.

Характер істинних похибок проявляється в замкнених системах, кожний (будь – який) елемент замкненої системи нейтральний та протилежний для всіх інших елементів і може бути початком та кінцем системи, що є диз'юнктивним (вільним) поєднанням елементів які вибираються. Тому просту, замкнену систему можна розглядати як алгебраїчне коло елементів, розміри яких виміряні не точно, а з якоюсь похибкою.

Означення 1. Множина всіх елементів замкненої системи називається колом ***К***, якщо алгебраїчна сума значень цих елементів є істинною фізичною величиною.

Означення 2. Множина всіх елементів замкненої системи називається колом ***М***, якщо алгебраїчна сума значень цих елементів дорівнює нулю.

В колі ***К*** і колі ***М*** розглянемо їх власні підмножини, дуги D і $\overline{D}$ які протилежні між собою і такі, що

$$D \subset K, \overline{D} = K \setminus D\,; \;\; D \subset M, \overline{D} = M \setminus D. \qquad (1)$$

Теорема. Якщо елементи системи створюють коло ***К*** або коло ***М***, тоді алгебраїчна сума їх істинних похибок дорівнює нулю, а алгебраїчні суми похибок елементів будь – яких двох протилежних дуг D і $\overline{D}$, кола ***К*** або кола ***М***, будуть однакові за модулем і мати протилежні знаки.

Доведення. Нехай $X_1, X_2, \ldots, X_n$ – істинні значення елементів кола ***К*** або кола ***М***; $x_1, x_2, \ldots, x_n$ – наближені (виміряні) значення елементів; $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_n$ – істинні похибки елементів.

Якщо C – алгебраїчна сума істинних значень елементів кола ***К***, або C =0 у колі ***М***, тоді можна записати

$$\left\{ \Delta_{\overline{3}} = x_{\overline{3}} - X_{\overline{3}} \right. \qquad (2)$$

Складемо праві і ліві частини цих рівнянь, одержимо:

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \ldots + \Delta_n = x_1 + x_2 \ldots + x_n - (X_1 + X_2 + \ldots + X_n).$$

Тут алгебраїчна сума елементів буде

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = \sum_{i=1}^{n} X_i = C, \qquad (3)$$

тоді сума істинних похибок елементів буде

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta_i = 0. \qquad (4)$$

Розіб'ємо коло ***К*** або коло ***М*** на дві протилежні дуги D і $\overline{D}$ (вільними чином), введемо позначення

$$\begin{cases} X_1 + X_2 + \cdots + X_k = X_D \\ X_{k+1} + X_{k+2} + \cdots + X_n = X_{\overline{D}} \\ x_1 + x_2 + \cdots + x_n = x_D \\ x_{k+1} + x_{k+2} + \cdots + x_k = x_{\overline{D}} \\ \Delta_1 + \Delta_2 + \cdots + \Delta_k = \Delta_D \\ \Delta_{k+1} + \Delta_{k+2} + \cdots + \Delta_n = \Delta_{\overline{D}} \end{cases}. \qquad (5)$$

Тоді істинні похибки дуг D і $\overline{D}$ визначяться як

$$\Delta_D = x_D - X_D \qquad (6)$$

$$\Delta_{\overline{D}} = x_{\overline{D}} - X_{\overline{D}} \qquad (7)$$

Складемо ліві і праві частини рівнянь (6) і (7), одержимо

$$\Delta_D + \Delta_{\overline{D}} = x_D + x_{\overline{D}} - (X_D + X_{\overline{D}}).$$

Але за визначенням

$$x_D + x_{\overline{D}} = X_D + X_{\overline{D}},$$

тому

$$\Delta_D = -\Delta_{\overline{D}},$$
$$|\Delta_D| = |-\Delta_{\overline{D}}|,$$

або

$$\Delta_1 + \Delta_2 + \cdots + \Delta_k = -(\Delta_{k+1} + \Delta_{k+2} + \cdots + \Delta_n),$$

$$|\Delta_1 + \Delta_2 + \cdots + \Delta_k| = |-(\Delta_{k+1} + \Delta_{k+2} + \cdots + \Delta_n)|$$

Візьмемо всі зрівняні внутрішні або зовнішні кути β_1, β_2, β_3, . . ., β_n замкненого полігонометричного (або теодолітного) ходу, які створюють коло ***K***, тому що відома їх істинна сума: $C = \pi(n-2)$ – для внутрішніх кутів, або $C = \pi(n+2)$ – для зовнішніх кутів.

Якщо Δ_1, Δ_2 Δ_3, . . ., Δ_n – істинні похибки кутів, тоді за теоремою (4) виходить

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta_i = 0.$$

Наприклад, візьмемо всі зрівняні перевищення h_1, h_2, h_3, . . ., h_n замкненого нівелірного ходу. Множина всіх перевищень створює коло ***M***, тому що алгебраїчна сума перевищень повинна дорівнювати нулю, тобто $\sum_{i=1}^{n} h_i = 0$. Зауважимо, що нівелірні ходи I, II і III класів вимірюються в прямому і зворотному напрямках, тобто їх розглядаємо як замкнені системи. Допустимо, що Δ_1, Δ_2, Δ_3, . . ., Δ_n – істинні похибки перевищень, тоді також (4)

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta_i = 0.$$

Коли розбили коло ***M*** на дві протилежні дуги D і $\overline{D}$, спочатку візьмемо з ***M*** будь – які перевищення, в кількості від одного до n -1 перевищення, незалежно від порядку перевищень в ході. Ця множина перевищень створить дугу D – вільно вибрану, а множина перевищень яка залишиться, створить протилежну дугу $\overline{D}$, з теореми виходить, що алгебраїчна сума всіх істинних похибок перевищень замкненого ходу дорівнює нулю $\sum_{i=1}^{n} h_i = 0$, а алгебраїчні суми істинних похибок дуг D і $\overline{D}$, мають рівні модулі і протилежні знаки.

Для визначення планових координат x та y пунктів полігонометричних (теодолітних) ходів визначають прирости координат за відомими формулами

$$\begin{cases} \Delta_x = d \cdot \cos\alpha \\ \Delta_y = d \cdot \sin\alpha \end{cases}, \qquad (8)$$

де d – виміряні відстані (горизонтальні прокладання) між суміжними пунктами, координати яких визначаються; α – зрівняні дирекційні кути, які приведені до кола ***M***.

Зрівнюємо прирости координат приводячи їх до кола ***M*** в замкненому ході, таким чином, що

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n-1} \Delta x_i = 0 \\ \sum_{i=1}^{n-1} \Delta y_i = 0 \end{cases}, \tag{9}$$

де n – кількість визначаємих пунктів.

Вводячи поправки в прирости координат ми тим самим зрівнюємо довжини виміряних відстаней між суміжними пунктами.

Зауважимо, що кола ***M*** таким же чином утворюють зрівняні прирости координат точок замкненого (і не обов'язково замкненого, якщо можна привести до кола ***M***, тобто всі геодезичні побудови є замкнені між собою) полігонометричного (теодолітного) ходу, сума яких дорівнює нулю.

Істинні похибки не накопичуються в сумах елементів замкнутої зрівняної системи. Якщо рівно точно виміряти кути замкненого полігонометричного (теодолітного) ходу, а потім їх зрівняти і якщо відома середня квадратична похибка зрівнювання кутів m_β, тоді всі дирекційні кути сторін полігонометричного (теодолітного) ходу мають таку ж середню квадратичну помилку $m_\alpha = m_\beta$. Аналогічно, якщо в замкненому нівелірному ході рівно точно виміряні перевищення з середньою квадратичною похибкою m_h зрівняного перевищення, тоді всі висоти (відмітки) пунктів (реперів) будуть мати таку ж середню квадратичну похибку $m_H = m_h$. Якщо рівно точно виміряні відстані між пунктами і при зрівнюванні одержано середню квадратичну похибку визначення відстаней m_d, то середні квадратичні похибки приростів координат при рівному впливі точності лінійних і кутових вимірювань будуть

$$\begin{cases} m_{\Delta x} = \sqrt{\frac{m_d^2}{2} + \frac{d^2 \cdot m_\alpha^2}{2 \cdot \rho^2}}, \\ m_{\Delta y} = \sqrt{\frac{m_d^2}{2} + \frac{d^2 \cdot m_\alpha^2}{2 \cdot \rho^2}} \end{cases}$$

(10)

В ці формули входять середні квадратичні похибки визначення довжин ліній m_d і дирекційних кутів m_a.

Приведена теорема встановлює особливість розподілу істинних похибок. Доведено, що алгебраїчна сума істинних похибок елементів замкненої зрівняної системи дорівнює нулю

Середня дисперсія як загальна характеристика розсіювання випадкової виміряної величини

Новий підхід до оцінки точності вимірювань започатковано в праці [6], в якій наводиться дисперсія σ_x^2 значення x дискретної випадкової величини. Доведено, що середня дисперсія v_0^2 і генеральна дисперсія σ^2 мають таку залежність:

$$v_0^2 = 2\sigma^2 \tag{11}$$

Невирішеною проблемою є встановлення властивостей середньої дисперсії. Ціль – встановити суть цієї характеристики розсіювання дискретної величини *X*.

Величину X, що має значення $x = X$ будемо розглядати як таку, що розсіюється не лише відносно генерального середнього значення $E(X) = \mu$, а і відносно окремих значень x_i цієї випадкової величини. Якщо за центр розсіювання випадкової величина прийняти математичне сподівання $E(X) = \mu$, тоді характеристикою її розсіювання буде генеральна дисперсія

$$\sigma^2 = E[(X-\mu)^2] = \sum_x (x-\mu)^2 f(x), \tag{12}$$

де $f(x)$ – функція розподілу ймовірностей [5].

Якщо за центр розсіювання величини X взяти якесь значення x_i із групи G генеральної сукупності [3], то приходимо до такого означення дисперсії значення x_i випадкової величини:

$$\sigma_{xi}^2 = E[(X-x_i)^2] = \sum_x (x-x_i)^2 f(x).$$

(13)

З порівняння залежностей (12), (13) виходить, що генеральна дисперсія σ^2 і дисперсія $\sigma_{x_i}^2$ мають однакове алгебраїчне відображення. Втім, на справді, ці дві характеристики мають різні властивості. Щоб довести це, розглянемо сукупності в яких визначаються ці дві характеристики.

Дисперсія σ^2 визначається за сукупністю (обсягу $k+1$):

$$C' = (\mu, x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{k-1}, x_k),$$

Дисперсію σ_{xi}^2 обчислюють за генеральною сукупністю

$$C = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{k-1}, x_k).$$

Генеральна дисперсія

$$\sigma^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(x_i-\mu)^2$$

є квадратом середньої квадратичної різниці генерального середнього μ і показників усіх вимірів, оскільки в цьому рівнянні величина $\sum_x (x-\mu)^2$ є сумою k квадратів різниць, а дисперсія

$$\sigma_{xi}^2 = \frac{1}{k}\sum_{xj}(x_j - x_i)^2 \quad (j \mid i = 1, 2, \dots, k,\ j \neq i) \tag{14}$$

не є квадратом середньої квадратичної різниці значення x_i величини X і значень, що доповнюють x_i до X, тому що $\sum_{x_j}(x_j - x)^2$ в залежності (14) утворена $k-1$ квадратами різниць.

Буває, що генеральна сукупність має великий обсяг k_G групи G. Тоді дисперсію значення x величини X обчислюють за теоремою [1]

$$\sigma_x^2 = \sigma^2 + (x-\mu)^2 \tag{15}$$

Генеральна дисперсія визначається за такою теоремою [1]:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k_G} \sigma_{xi}^2 f(x_i)}{2} \quad (i = 1, 2, \dots, k_G), \tag{16}$$

де $f(x_i)$ – імовірність значення x_i групи G. Оскільки, обсяг k_G дорівнює обсягу «значень» величини *X,* то з залежності (16) випливає:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_x \sigma_x^2 f(x)}{2}.$$

Врахувавши залежність (11), одержимо таке правило визначення середньої дисперсії величини X:

$$\nu_0^2 = \sum_x \sigma_x^2 f(x).$$

Твердження 1. *Середня дисперсія* ν_0^2 *– це поле розсіювання* σ_x^2 *величини* X *відносно таких значень:* $x = \mu - \sigma$, $x = \mu + \sigma$.

Доведення. Якщо є генеральна сукупність вимірів однієї величини, то, згідно аксіоми теорії похибок вимірювань [3], випадкова величина X набуває множину значень в такому обмеженому замкненому інтервалі:

$$\left[x_{min} - \frac{[Q]}{2}, x_{max} + \frac{[Q]}{2}\right] \tag{17}$$

де $x_{\min}, x_{\max}$ – найменше і найбільше значення вимірів; $[Q]$ – ступінь квантування вимірів [4].

Отже, величина X може мати такі значення в межах: $x = \mu - \sigma$, $x = \mu + \sigma$. Визначимо за правилом (15) розсіювання σ_x^2 цих значень, одержимо

$$\sigma_x^2 = \sigma^2 + (x-\mu)^2 = \sigma^2 + (\mu - \sigma - \mu)^2 = 2\sigma^2 = \nu_0^2;$$
$$\sigma_x^2 = \sigma^2 + (x-\mu)^2 = \sigma^2 + (\mu + \sigma - \mu)^2 = 2\sigma^2 = \nu_0^2,$$

то твердження доведено.

Середню дисперсію ν_0^2 визначають в генеральних сукупностях вимірів, тобто в сукупностях, які характеризуються наповненістю $F = 1$ і такою добротністю *Q*, що дозволяє надійно встановити функцію $f(x)$ розподілу ймовірностей [3]. Якщо в процесі вимірювань однієї величини набрано сукупність вимірів, яка має великий обсяг k, значну добротність Q, але

наповненість сукупності $F < 1$ тобто проекція сукупності не є повною групою G вимірів, то ця сукупність вимірів може розглядатися лише як випадкова вибірка, що репрезентує генеральну сукупність. Тоді визначають вибіркове середнє (просту арифметичну середину) $\bar{x}$, та наближене значення v^2 характеристики v_0^2 розсіювання величини X [1] за формулою (11)

$$\boldsymbol{v^2 = 2s^2}, \tag{18}$$

де s^2 – це вибіркова дисперсія [2]. Дисперсія v^2 є оцінкою для середньої дисперсії v_0^2. Від відповідності (15) приходимо до такого правила [1]:

$$\boldsymbol{s_x^2 = s^2 + (x - \bar{x})^2}. \tag{19}$$

Оскільки, залежності (15), (19) є однаковими алгебраїчними відповідностями, то величина v^2 дорівнює вибірковій дисперсії s_x^2 значень $x = \bar{x} - s$, $x = \bar{x} + s$ вибірки.

Приклад 1. У таблиці наведено ряд розподілу генеральної сукупності вимірів перевищення за зростанням між двома реперами нівелірного ходу [1].

Потрібно визначити дисперсії $\sigma_s^2; \sigma_t^2$ значень $x_s = \mu + \sigma; x_t = \mu - \sigma$ випадкової величини та порівняти ці дисперсії з середньою дисперсією v_0^2.

Таблиця 1.

Ряд розподілу генеральної сукупності вимірів

X h(мм)	$x_{(1)}$ 1,3	$x_{(2)}$ 1,4	$x_{(3)}$ 1,5	$x_{(4)}$ 1,6	$x_{(5)}$ 1,7	$x_{(6)}$ 1,8	$x_{(7)}$ 1,9
$f(x)$ $p(x)$	$f(x_{(1)})$ 0,01	$f(x_{(2)})$ 0,03	$f(x_{(3)})$ 0,18	$f(x_{(4)})$ 0,49	$f(x_{(5)})$ 0,23	$f(x_{(6)})$ 0,04	$f(x_{(7)})$ 0,02
k_G	1	2	3	4	5	6	7

Генеральна сукупність має обсяг вимірів $k = 100$, а обсяг «значень» генеральної сукупності $k_G = 7$. Ступінь квантування вимірів $[Q]$ =0.1 мм. Розмах вимірів R = 1.9 – 1.3 = 0.6 мм. Характеристика положення випадкової величини $\boldsymbol{\mu = 1.60}$ мм. Характеристики її розсіювання:

$$\sigma^2 = 0{,}0095 \text{ мм}^2;\ v_0^2 = 2\sigma^2 = (2)(0{,}0095) = 0{,}019 \text{ мм}^2.$$

Випадкова величина X набуває множину значень в такому обмеженому замкненому інтервалі:

$$\boldsymbol{x_{min} - \frac{[Q]}{2};\ x_{max} + \frac{[Q]}{2} = x_1 - \frac{[Q]}{2};\ x_7 + \frac{[Q]}{2} = [1.25 \div 1.95]},$$

відповідно довірчий інтервал для величини X має вигляд з довірчою ймовірністю одиниця:

$$P(1{,}25 \text{ мм} \le X \le 1{,}95 \text{ мм}) = 1.$$

Одержимо:

$$\boldsymbol{x_s = \mu + \sigma = 1{,}61 + 0{,}0975 = 1{,}7075 \text{мм};\ x_t = \mu - \sigma = 1{,}61 - 0{,}0975 = 1{,}5125 \text{мм}}.$$

$$\sigma_{x_s}^2 = \sigma^2 + (x_s - \mu)^2 = 0{,}0095 + (1{,}7075 - 1{,}61)^2 = 0{,}019 \ \text{мм}^2 = \nu_0^2.$$

$$\sigma_{x_t}^2 = \sigma^2 + (x_t - \mu)^2 = 0{,}0095 + (1{,}5125 - 1{,}61)^2 = 0{,}019 \ \text{мм}^2 = \nu_0^2.$$

Розглянемо функцію щільності розподілу величини X з середнім значенням μ і дисперсією σ^2 для нормального закону розподілу [5]

$$n(x;\mu,\sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(1/2)[(x-\mu)/\sigma]^2}, \qquad -\infty < x < \infty. \tag{20}$$

Твердження 2. Якщо величина X нормально розподілена, має середню дисперсію ν_0^2, то для значень $x = \mu \pm a\sigma$ функція щільності розподілу випадкової величини матиме такий вигляд:

$$n(x = \mu \pm a\sigma; \mu, \nu_0) = \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{-a^2/2}.$$

Доведення. З теореми (15) [1] випливає, що

$$(x - \mu)^2 = \sigma_x^2 - \sigma^2. \tag{21}$$

Врахувавши залежності (11), (21), одержимо

$$-(1/2)[(x-\mu)/\sigma]^2 = -(1/2)(\sigma_x^2 - \sigma^2)/\sigma^2 = -\sigma_x^2/2\sigma^2 + \sigma^2/2\sigma^2 = 1/2 - \sigma_x^2/\nu_0^2.$$

От же, функція (20) приводиться до такого вигляду:

$$n(x;\mu,\nu_0) = \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{1/2 - \sigma_x^2/\nu_0^2}, \quad -\infty < x < \infty \tag{22}$$

Для значень $x = \mu;\ x = \mu \pm \sigma;\ x = \mu \pm 2\sigma;\ ...,\ \ x = \mu \pm a\sigma$ випадкої величини, в відповідності з правилами (11), (15) одержимо такі дисперсії:

$$\sigma_{x=\mu}^2 = 1/2\nu_0^2;\ \sigma_{x=\mu\pm\sigma}^2 = \nu_0^2;\ \sigma_{x=\mu\pm 2\sigma}^2 = 5\sigma^2 = (5/2)\nu_0^2; \ldots$$

$$\ldots \sigma_{x=\mu\pm a\sigma}^2 = (a^2+1)\sigma^2 = [(a^2+1)/2]\nu_0^2.$$

Для дисперсій наведених значень за правилом (22) знайдемо щільності нормального розподілу випадкової величини за наступним виразом (23)

$$\left.\begin{aligned}
n(x = \mu; \nu_0) &= \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{1/2 - (1/2)\nu_0^2/\nu_0^2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0};\\
n(x = \mu \pm \sigma; \nu_0) &= \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{1/2 - \nu_0^2/\nu_0^2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{-1/2};\\
n(x = \mu \pm 2\sigma; \nu_0) &= \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{1/2 - (5/2)\nu_0^2/\nu_0^2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} \mathrm{e}^{-2};\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
n(x = \mu \pm a\sigma; \nu_0) &= \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{1/2 - [(a^2+1)/2]\nu_0^2/\nu_0^2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}\nu_0} e^{-a^2/2}.
\end{aligned}\right\}$$

отже твердження доведено.

Приклад 2. В прикладі 1 генеральна сукупність має такі характеристики: $\mu = 1.61$ мм; $\sigma = 0{,}0975$ мм; $\nu_0^2 == 0{,}019$ мм^2. Потрібно за формулами (23)

обчислити співвідношення щільності розподілу випадкової величини для її значень: $x = \mu$; $x = \mu \pm \sigma$; $x = \mu \pm 2\sigma$; $x = \mu \pm 3\sigma$.

Були обчислені такі значення щільності розподілу випадкової величини:

$$n(x = \mu; v_0) = \frac{1}{\sqrt{\pi} v_0} = 4{,}09306 \text{ мм}^{-1};$$

$$n(x = \mu \pm \sigma; v_0) = \frac{1}{\sqrt{\pi} v_0} e^{-1/2} = 2{,}48257 \text{ мм}^{-1};$$

$$n(x = \mu \pm 2\sigma; v_0) = \frac{1}{\sqrt{\pi} v_0} \mathrm{e}^{-2} = 0{,}55394 \text{ мм}^{-1}; \qquad (24)$$

$$n(x = \mu \pm 3\sigma; v_0) = \frac{1}{\sqrt{\pi} v_0} e^{-9/2} = 0{,}04547 \text{ мм}^{-1}.$$

Якщо прийняти щільність розподілу значення $x = \mu$ за одиницю, то співвідношення наведених щільностей буде таке:

$$n(x = \mu) : n(x = \mu \pm \sigma) : n(x = \mu \pm 2\sigma) : n(x = \mu \pm 3\sigma) =$$
$$= 1 : e^{-\frac{1}{2}} : e^{-2} : e^{-\frac{9}{2}} = 1 : 0{,}606 : 0{,}135 : 0{,}011. \qquad (25)$$

Дисперсії геодезичних вимірів

Новий підхід до оцінки точності започатковано в рекомендації ІНС 1 Міжнародного комітету мір та ваг, яка рекомендує складові невизначеностей категорії *A* оцінювати вибірковими дисперсіями s_i^2 або відхиленнями s_i [6].

Відомо, що генеральні сукупності вимірів оцінюються не вибірковими дисперсіями, дослідженням яких займається теорія ймовірностей, а генеральними дисперсіями σ^2.

Необхідно вирішити проблему оцінки точності геодезичних вимірювань при наявності генеральної сукупності вимірів.

Кількісною (числовою) мірою відхилення дискретної випадкової величини *X* від її математичного сподівання $E(X) = \mu$ прийнято центральний момент другого порядку, який позначається символом σ^2 (12)

В математичній статистиці, складовою частиною якої є теорія похибок вимірювань, величину σ^2 називають генеральною дисперсією, а величина $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ є стандартним відхиленням величини *X*.

Математичне сподівання величини *X* визначається

$$\mu = E(X) = \sum_x x \cdot f(x). \qquad (26)$$

У теорії ймовірностей величину μ називають середнім значенням величини *X*, а в математичній статистиці – генеральним середнім значенням.

Дисперсію дискретної величини *X* обчислюють за теоремою, яка наведена в праці [5]:

$$\sigma^2 = E(X^2) - \mu^2, \qquad (27)$$

де

$$E(X^2) = \sum_x x^2 \cdot f(x) \tag{28}$$

є математичним сподіванням квадрата випадкової величини, $f(x)$ – функція розподілу імовірностей [5].

Доведення (27) виконується на основі означень (12), (26), (28) і за другою аксіомою ймовірностей:

$$\sum_x f(x) = \sum_x p(x) = 1. \tag{29}$$

Другу аксіому ймовірностей формулюють ще так [2], що $P\{I\} = 1$ для достовірної події *I*.

Привівши цю аксіому і вказавши на те, що з рівності $P\{E(X)\}$ не випливає, що *E* являє собою достовірну подію, теорія ймовірностей ніколи не наводить жодного прикладу вірогідної події. Використавши сучасну методику, яка дозволяє практично до мінімуму скоротити вплив систематичних похибок, сучасним приладом (високоточний нівелір Н-05 і інварними нівелірними рейками), можна виміряти перевищення між двома реперами розташованими на відстані 100 метрів один від одного багатьма прийомами і обчислити генеральне середнє значення μ який би довірчий інтервал для цього значення не був би побудований, цей інтервал не буде вірогідним, оскільки його ймовірність не дорівнює одиниці.

Теорія ймовірностей не приділяє уваги розмаху *R* значень виміряних випадкових величин, бо розглядає випадкові величини, які набувають значень в межах від $-\infty$ до ∞. В теорії похибок вимірювань розмах значень вимірів *R* є вірогідною величиною, оскільки при збільшені кількості вимірів однієї величини він приблизно набуває постійного значення, яке залежить від точності вимірювального приладу.

Розглянемо функцію щільності розподілу величини *X* з середнім значенням μ і дисперсією σ^2 для нормального закону розподілу (23) [5]:

$$n(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{1}{2} \cdot \left[\frac{x-\mu}{\sigma}\right]^2}, \quad -\infty < x < \infty, \tag{30}$$

де: π = 3.1415926… ; e = 2.71828… .

На цьому законі будується теорія ймовірностей, а в геодезичній практиці випадкові величини набувають найбільших значень $\pm 4\sigma \div \pm 5\sigma$ (і іноді $\pm 6\sigma$).

З означення (12) і теореми (27) витікає, що генеральна дисперсія σ^2 – це розсіювання величини *X* відносно її генерального середнього значення μ. Величина μ є такою числовою реалізацією значень генеральної сукупності вимірів, яка має генеральну дисперсію σ^2, яка є найменшою з усіх дисперсій, які визначаються на цій сукупності.

Наприклад, якщо взяти будь - яке значення x_i величини X, то воно має свою міру розсіювання – дисперсію $\sigma^2_{x_i}$.

Означення. Є генеральна сукупність вимірів, які мають значення x_i. Дисперсією $\sigma^2_{x_i}$ значення x_i дискретної величини X називається математичне сподівання квадрата відхилення величини X від x_i, тобто

$$\sigma^2_{x_i} = E(X - x_i)^2 = \sum_x (x - x_i)^2 \cdot f(x), \qquad (31)$$

де: $f(x)$ – функція розподілу ймовірностей [5].

Величина $\sigma_{x_i} = \sqrt{\sigma^2_{x_i}}$ називається стандартним відхиленням значення x_i величини X.

Приклад 3, у табл. наведено ряд розподілу значень генеральної сукупності вимірів обсягом n = 100 перевищень між двома реперами нівелірного ходу. Визначимо довірчий інтервал для значень дискретної величини, генеральне середнє значення μ перевищення, генеральну дисперсію σ^2, стандартне відхилення $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$, а також дисперсії: $\sigma^2_{x_{(1)}}, \sigma^2_{x_{(2)}}, \dots, \sigma^2_{x_{(7)}}$ значень $x_{(1)}$, $x_{(2)}$, …, $x_{(7)}$
перевищень і їхні стандартні відхилення $\sigma_{x_{(1)}}, \sigma_{x_{(2)}}, \dots, \sigma_{x_{(7)}}$.

Генеральна сукупність має обсяг вимірів k =100, а обсяг «значень» генеральної сукупності k_G = 7. Ступінь квантування [3] вимірів $[Q] = x_{i+1} - x_i$ = 0,1 мм, розмах вимірів $R = x_{\max} - x_{\min}$ = 1,9 – 1,3 = 0,6 мм (табл. 1).

Центр розмаху вимірів буде таким:

$$\bar{x}_G = \frac{x_{min} + x_{max}}{2} + \frac{x_{(1)} + x_{(7)}}{2} + \frac{1.3 + 1.9}{2} = 1.6 \text{ мм}$$

$$\sum_x f(x) = \sum_x p(x) = 0.01 + 0.03 + 0.18 + 0.49 + 0.23 + 0.04 + 0.01 = 1.$$

Враховуючи заокруглення значень вимірів, знайдемо допустимі граничні значення перевищення

$$\begin{cases} x_{\text{доп}(min)} = x_{(1)} - \frac{[Q]}{2} = 1.3 - \frac{0.1}{2} = 1.25 \text{ мм} \\ x_{\text{доп}(max)} = x_{(7)} + \frac{[Q]}{2} = 1.9 + \frac{0.1}{2} = 1.95 \text{ мм.} \end{cases}$$

Довірчий інтервал для значень величини X набуде вигляду (17):

$$P\left(x_{\text{доп}(min)} \le X \le x_{\text{доп}(max)}\right) = P(1.25 \le X \le 1.95) = 1.$$

За формулою (26) обчислимо генеральне середнє значення перевищення

$$\mu = 1.3 \cdot 0.01 + 1.4 \cdot 0.03 + 1.5 \cdot 0.18 + 1.6 \cdot 0.49 + 1.7 \cdot 0.23 + 1.8 \cdot 0.04 + 1.9 \cdot 0.02 = 1.61,$$

Визначимо відхилення ε центра розмаху $\bar{x}_G$ вимірів від генерального середнього значення μ

$$\varepsilon = |\bar{x}_G - \mu| = |1.6 - 1.61| = 0.01$$

Оскільки відхилення $\varepsilon < [Q]$ за величиною значно менше ступеня квантування $[Q]$ вимірів, то в першому наближенні можна вважати, що виміри нормально розподілені.

Генеральну дисперсію величини X обчислимо за теоремою (27), для цього за формулою (28) визначимо математичне сподівання квадрата випадкової величини

$$E(X^2) = 1.3^2 \cdot 0.01 + 1.4^2 \cdot 0.03 + 1.5^2 \cdot 0.18 + 1.6^2 \cdot 0.49 + 1.7^2 \cdot 0.23 + 1.8^2 \cdot 0.04 + 1.9^2 \cdot 0.02 = 2.6016 \text{ мм}^2,$$

отже,

$$\sigma^2 = 2.6016 - 1.61^2 = 0.0095 \text{ мм}^2 \quad \sigma = \sqrt{0.0095} = 0.0975 \text{ мм}.$$

За означенням (31) обчислимо розсіювання : $\sigma^2_{x_{(1)}}, \sigma^2_{x_{(2)}}, \dots, \sigma^2_{x_{(7)}}$ значень $x_{(1)}$, $x_{(2)}$, …, $x_{(7)}$ генеральної сукупності вимірів і їхні стандартні відхилення $\sigma_{x_{(1)}}, \sigma_{x_{(2)}}, \dots, \sigma_{x_{(7)}}$,

одержимо

$$\sigma^2_{x_1} = \sum_x (x - x_1)^2 = (x_2 - x_1)^2 \cdot f(x_2) + (x_3 - x_1)^2 \cdot f(x_3) + (x_4 - x_1)^2 \cdot f(x_4) + (x_5 - x_1)^2 \cdot f(x_5) + (x_6 - x_1)^2 \cdot f(x_6) + (x_7 - x_1)^2 \cdot f(x_7) = (1.4 - 1.3)^2 \cdot 0.03 + (1.5 - 1.3)^2 \cdot 0.18 + (1.6 - 1.3)^2 \cdot 0.49 + (1.7 - 1.3)^2 \cdot 0.23 + (1.8 - 1.3)^2 \cdot 0.04 + (1.9 - 1.3)^2 \cdot 0.02 = 0.1056 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma^2_{x_2} = \sum_x (x - x_1)^2 = (x_1 - x_2)^2 \cdot f(x_1) + (x_3 - x_2)^2 \cdot f(x_3) + (x_4 - x_2)^2 \cdot f(x_4) + (x_5 - x_2)^2 \cdot f(x_5) + (x_6 - x_2)^2 \cdot f(x_6) + (x_7 - x_2)^2 \cdot f(x_7) = (1.3 - 1.4)^2 \cdot 0.01 + (1.5 - 1.4)^2 \cdot 0.18 + (1.6 - 1.4)^2 \cdot 0.49 + (1.7 - 1.4)^2 \cdot 0.23 + (1.8 - 1.4)^2 \cdot 0.04 + (1.9 - 1.4)^2 \cdot 0.02 = 0.0536 \text{ мм}^2.$$

Аналогічно одержимо $\sigma^2_{x_3} = (x - x_3)^2 \cdot f(x) = 0.0216 \text{ мм}^2;$

$$\sigma^2_{x_4} = (x - x_4)^2 \cdot f(x) = 0.0096 \text{ мм}^2; \quad \sigma^2_{x_5} = (x - x_5)^2 \cdot f(x) = 0.0176 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma^2_{x_6} = (x - x_5)^2 \cdot f(x) = 0.0456 \text{ мм}^2; \quad \sigma^2_{x_7} = (x - x_6)^2 \cdot f(x) = 0.0936 \text{ мм}^2.$$

Обчислення дисперсій $\sigma_{x_i}^2$ значень величини X значно спроститься, якщо застосувати загальне правило їх обчислення.

Теорема 1. Якщо μ – генеральне середнє значення, а σ^2 – генеральна дисперсія дискретної величини X, то дисперсія $\sigma_{x_i}^2$ значення x_i набуде вигляду:

$$\sigma_{x_i}^2 = \sigma^2 + (x_i - \mu)^2. \tag{32}$$

Доведення. За означенням (31)

$$\sigma_{x_i}^2 = \sum_x (x - x_i)^2 \cdot f(x) = \sum_x \left(x^2 - 2xx_i + x_i^2\right) f(x) =$$

$$= \sum_x x^2 f(x) - 2x_i \sum_x x f(x) + \sum_x x_i^2 f(x). \tag{33}$$

У цьому рівнянні $\sum_x x_i^2 f(x) = x_i^2 \sum_x f(x)$, враховуючи аксіому ймовірностей (29), одержимо: $\sum_x x_i^2 f(x) = x_i^2$, на основі означень (26), (28) в рівнянні (33):

$\sum_x x f(x) = \mu$, а $\sum_x x^2 f(x) = E(X^2)$, таким чином, рівняння (33) спрощується:

$$\sigma_{x_i}^2 = E(X^2) - 2x_i\mu + x_i^2 \tag{34}$$

З урахуванням теореми (13): $E(X^2) = \sigma^2 + \mu^2$, використавши цю залежність, формулу (34) запишемо в такому вигляді:

$$\sigma_{x_i}^2 = \sigma^2 + \left(x_i^2 - 2x_i\mu + \mu^2\right) = \sigma^2 + (x_i - \mu)^2, \tag{35}$$

Таким чином теорему доведено.

З теореми випливають два наслідки.

Наслідок 1. Якщо генеральна сукупність вимірів має ступінь квантування $[Q]$, то дисперсія $\sigma_{(i)}^2$ значення x_i величини X буде мати вигляд:

$$\sigma_{x_{(i)}}^2 = \sigma^2 + \left[\left(x_{(1)} + (i-1)[Q]\right) - \mu\right]^2, \tag{36}$$

де : $x_{(1)} = x_{\min}$ є першим упорядкованого за зростанням ряду «значень» сукупності вимірів; i – порядковий номер «значення» виміру у ряді вимірів.

Якщо є генеральна сукупність вимірів, то впорядкований за зростанням ряд «значень» вимірів має ступінь квантування $[Q]$, отже,

$$x_{(2)} = x_{(1)} + [Q];\ x_3 = 2[Q]; \ldots;$$

$$x_{(k_{(G-1)})} = x_{(1)} + (k_G - 2)[Q];\ x_{(k_{(G)})} = x_{(1)} + (k_G - 1)[Q],$$

в цьому ряді величина $(k_G - 1)[Q] = R$. З урахуванням наведених значень від правила (32) переходимо до правила (36), отже розсіювання вимірів залежить від їх розмаху R і ступеня квантування $[Q]$.

Наслідок 2. Якщо є випадкова вибірка обсягу $к$, то вибіркова дисперсія $s_{x_i}^2$ значення x_i величини X буде мати вигляд:

$$s_{x_i}^2 = s^2 + (x_i - \bar{x})^2, \tag{37}$$

де: $s^2 = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(x_i - \bar{x})^2$, що є вибірковою дисперсією [2] ; $\bar{x} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} x_i$ – це вибіркове середнє значення (арифметичне середнє) величини X.

Вибіркова дисперсія s^2 є оцінкою для генеральної дисперсії σ^2, а алгебраїчним відображенням середнього значення μ величини X і дисперсії $\sigma_{x_i}^2$ у випадковій вибірці відповідно будуть вибіркове середнє значення $\bar{x}$ і вибіркова дисперсія $s_{x_i}^2$, врахувавши наведені відповідності від правила (32) приходимо до правила (37).

Приклад 2. Візьмемо ряд розподілу з прикладу 1 з його характеристиками. Необхідно обчислити розсіювання значень вимірів за наведеною теоремою (32), правилом (36) і стандартні відхилення значень вимірів, отже маємо:

$$\sigma_{x_1}^2 = \sigma^2 + (x_1 - \mu)^2 = 0.0095 + (1.3 - 1.61)^2 = 0.1056 \text{ мм}^2,$$

$$\sigma_{x_2}^2 = \sigma^2 + (x_2 - \mu)^2 = 0.0095 + (1.4 - 1.61)^2 = 0.0536 \text{ мм}^2,$$

аналогічно знайдемо:

$$\sigma_{x_3}^2 = \sigma^2 + (x_3 - \mu)^2 = 0.0216 \text{ мм}^2;\ \sigma_{x_4}^2 = \sigma^2 + (x_4 - \mu)^2 = 0.0096 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{x_5}^2 = \sigma^2 + (x_5 - \mu)^2 = 0.0176 \text{ мм}^2;\ \sigma_{x_6}^2 = \sigma^2 + (x_6 - \mu)^2 = 0.0456 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{x_7}^2 = \sigma^2 + (x_4 - \mu)^2 = 0.0936 \text{ мм}^2.$$

Обчислимо дисперсії значень генеральної сукупності за правилом (36):

$$\sigma_{x_{(1)}}^2 = 0.0095 + [(1.3 + (1-1)(0.1) - 1.61)]^2 = 0.1056 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{x_{(2)}}^2 = 0.0536 \text{ мм}^2;\ \sigma_{x_{(3)}}^2 = 0.0216 \text{ мм}^2;\ \sigma_{x_{(4)}}^2 = 0.0096 \text{ мм}^2;$$

$$\sigma_{x_{(5)}}^2 = 0.0176 \text{ мм}^2;\ \sigma_{x_{(6)}}^2 = 0.0456 \text{ мм}^2;\ \sigma_{x_{(7)}}^2 = 0.0936 \text{ мм}^2.$$

Отже, якщо дисперсії $\sigma_{x_i}^2$ значень величини X визначати за ознаками (31), за теоремою (32) або за правилом (36), то видно, що вони мають однакові значення.

Відхилення значень вимірів буде:

$\sigma_{x_{(1)}} = 0.325$ мм; $\sigma_{x_{(2)}} = 0.232$ мм; $\sigma_{x_{(3)}} = 0.147$ мм; $\sigma_{x_{(4)}} = 0.098$ мм;

$\sigma_{x_{(5)}} = 0.133$ мм; $\sigma_{x_{(6)}} = 0.214$ мм; $\sigma_{x_{(7)}} = 0.306$ мм;

Контроль обчислення дисперсійних значень величини X зробимо за такою теоремою.

Теорема 2. Якщо генеральна сукупність вимірів має обсяг k, зачення величини X – обсяг k_G, генеральна дисперсія σ^2 і сума дисперсій $\sigma^2_{x_i}$ значень вимірів, дисперсії $\sigma^2_{x(i)}$ значень величини X мають такі залежності:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k} \sigma^2_{x_i}}{2k} \qquad (i = 1, 2, \dots, k); \tag{38}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k_G} \sigma^2_{x(i)} f(x_i)}{2} \qquad (i = 1, 2, \dots, k_G), \tag{39}$$

де: $f\left(x_{(i)}\right)$ – ймовірності значення $x_{(i)}$ величини X.

З теореми 1 рівняння (18) випливає, що

$$\sigma^2_{x_1} = \sigma^2 + x_1^2 - 2x_1\mu + \mu^2;$$
$$\sigma^2_{x_2} = \sigma^2 + x_2^2 - 2x_2\mu + \mu^2;$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$
$$\sigma^2_{x_k} = \sigma^2 + x_k^2 - 2x_k\mu + \mu^2,$$

Додаємо ліві і праві частини цих рівнянь, одержимо

$$\sum_{i=1}^{k} \sigma^2_{x_i} = k\sigma^2 + \sum_{i=1}^{k} \sigma^2_{x_i} - 2\sum_{i=1}^{k} x_i\mu + k\mu^2,$$

розділимо ліву і праву частини цього рівняння на k, одержимо

$$\frac{\sum_{i=1}^{k} \sigma^2_{x_i}}{k} = \sigma^2 + \frac{\sum_{i=1}^{k} x_i^2}{k} - 2\frac{\sum_{i=1}^{k} x_i}{k}\mu + \mu^2 =$$
$$= \sigma^2 + E(X^2) - 2E(X)\mu + \mu^2 = \sigma^2 + E(X^2) - \mu^2,$$

врахувавши теорему (13), одержимо $\frac{\sum_{i=1}^{k} \sigma^2_{x_i}}{k} = 2\sigma^2$, від цього рівняння приходимо до залежності (14).

Припустимо, що генеральна сукупність має значення $x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(k_G)}$, суми дисперсій вимірів, які мають однакові значення $\sigma^2_{x_{(1)}}, \sigma^2_{x_{(2)}}, \dots, \sigma^2_{x_{(k_G)}}$, будуть такими:

$$\sigma^2_{x_{(1)}} kf\left(x_{(1)}\right);\ \sigma^2_{x_{(1)}} kf\left(x_{(1)}\right);\ \dots,\ \sigma^2_{x_{(k_G)}} kf\left(x_{(k_G)}\right).$$

Отже, $k\sum_{i=1}^{k_G} \sigma^2_{x_{(i)}} f\left(x_{(i)}\right)$, буде сумою дисперсій значень генеральної сукупності, врахувавши залежність (14), одержимо

$$\sigma^2 = \frac{k\sum_{i=1}^{k_G} \sigma^2_{x_{(i)}} f\left(x_{(i)}\right)}{2k} = \frac{\sum_{i=1}^{k_G} \sigma^2_{x_{(i)}} f\left(x_{(i)}\right)}{2},$$

відповідно теорему 2 доведено. З теореми випливають два наслідки.

Наслідок 1. Якщо є генеральна сукупність вимірів, то середня дисперсія ν_0^2 значень дискретної величини і її середнє стандартне відхилення ν_0 мають такий вигляд:

$$\nu_0^2 = 2\sigma^2; \tag{40}$$

$$\nu_0 = \sigma\sqrt{2}. \tag{41}$$

З рівнянь (38) і (39), одержимо:

$$2\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k} \sigma^2_{x_i}}{k} \qquad (i = 1, 2, \dots, k); \tag{42}$$

$$2\sigma^2 = \sum_{i=1}^{k_G} \sigma^2_{x(i)} f(x_i) \quad (i = 1, 2, \dots, k_G). \tag{43}$$

Із рівнянь (42) і (43) випливає, що величина $2\sigma^2$ – це середня дисперсія значень величини *X*. Позначивши середнє відхилення величини *X* символом ν_0, із рівнянь (42) і (43) одержимо рівняння (40) і (41).

Наслідок 2. Якщо є випадкова вибірка, яка репрезентує генеральну сукупність вимірів, то середня вибіркова дисперсія ν^2 і середнє вибіркове відхилення ν величини *X* набудуть такого вигляду:

$$\nu^2 = 2s^2; \tag{44}$$

$$\nu = s\sqrt{2}. \tag{45}$$

Вибіркова дисперсія s^2 є прямим алгебраїчним відображенням генеральної дисперсії σ^2. Отже, від залежностей (40) і (41) приходимо до відповідностей (44) і (45).

Генеральну дисперсію σ^2 вважають характеристикою розсіювання величини *X*. По суті, величина *X* є квадратом середнього квадратичного відхилення значень цієї величини від її середнього значення μ. Середня дисперсія ν_0^2 – це числова реалізація сукупності дисперсій усіх значень

величини X, тому середня дисперсія ν_0^2 є крашою оцінкою розсіювання величини X ніж генеральна дисперсія σ^2.

Приклад 3. За рядом розподілу значень генеральної сукупності вимірів перевищення, наведеного в табл. 1, необхідно виконати контроль обчислень, визначити середню дисперсію і середнє відхилення величини X, для цього знайдемо обсяги $m_1, m_2, \ldots, m_7$ вимірів, які мають значення $x_{(1)}, x_{(2)}, \ldots, x_{(7)}$:

$$m_1 = kf(x_1) = 100 \cdot 0.01 = 1;\ m_2 = kf(x_2) = 100 \cdot 0.03 = 3;$$
$$m_3 = kf(x_3) = 100 \cdot 0.18 = 18;\ m_4 = kf(x_4) = 100 \cdot 0.49 = 49;$$
$$m_5 = kf(x_5) = 100 \cdot 0.23 = 23;\ m_6 = kf(x_6) = 100 \cdot 0.04 = 4;$$
$$m_7 = kf(x_7) = 100 \cdot 0.02 = 2;$$

Контроль: $\sum_{i=1}^{7} = 1 + 3 + 18 + 49 + 23 + 4 + 2 = 100$, Знайдемо суму розсіювань значень величини X

$$\sum_{i=1}^{7} \sigma_{x_i}^2 = m_1\sigma_{x_1}^2 + m_2\sigma_{x_2}^2 + \cdots + m_7\sigma_{x_7}^2 = 1.9\ \text{мм}^2.$$

Контроль обчислень дисперсії значень величини X виконаємо за формулами (38) і (39)

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k} \sigma_{x_i}^2}{2k} = \frac{1.9}{2 \cdot 100} = 0.0095\ \text{мм}^2$$

$$\sum_{i=1}^{7} \sigma_{x_i}^2 = 0.1056 \cdot 0.01 + 0.0536 \cdot 0.03 + 0.0216 \cdot 0.18 + 0.0096 \cdot 0.49 +$$
$$+0.0176 \cdot 0.23 + 0.0456 \cdot 0.04 + 0.0936 \cdot 0.03 = 0.019\ \text{мм}^2$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k_G} \sigma_{x(i)}^2 f(x_i)}{2} = \frac{0.019}{2} = 0.0095\ \text{мм}^2 \qquad (i = 1, 2, \ldots, k_G).$$

З формулами (40) і (41) знайдемо середню дисперсію і середнє відхилення величини X:

$$\nu_0^2 = 2\sigma^2 = 2 \cdot 0.095 = 0.019\ \text{мм}^2;\ \ \nu_0 = 0.0975 \cdot \sqrt{2} = 0.138\ \text{мм}.$$

Підсумовуючи, можна сказати, що за одержаними формулами (32) і (36) можна швидко визначити дисперсії значень генеральних сукупностей вимірів і встановити ваги цих вимірів щодо замкненості геодезичних побудов [7] , це дає можливість розподіляти нев'язкі безпосередньо в значення x_i вимірів і одержати точніші генеральні середні значення вимірів.

Одержані формули (40), (41), (42), (43) дають можливість знайти середні дисперсії і середні відхилення вимірів генеральних і вибіркових сукупностей вимірів.

Висновки. Властивості істинних похибок.

В замкненій зрівняній системі істинні похибки не накопичуються, а компенсуються.

1.Обгрунтовуються два твердження теорії похибок вимірювань (17) і (23).

2. Середня дисперсія ν_0^2 – це загальна характеристика розсіювання випадкової величини. Вона є кращою оцінкою розсіювання величини X ніж генеральна дисперсія σ^2.

3. Відповідності (23) – це властивості кривої нормального розподілу.

Перспективи подальших розвідок в даному напрямку полягають в установленні законів розподілу [8], властивостей характеристик положення і розсіювання випадкових величин, які набувають значень в точковій множині интервалу (17).

Величини дисперсій геодезичних вимірів, а отже і точність вимірювань знаходяться в залежності від ступеня квантування [Q] і розмаху R вимірів. Високоточні вимірювання, як правило, виконуються зі сталим ступенем квантування. Тому, для зменшення дисперсій вимірів, вимірювання необхідно проводити такими приладами, використання яких зменшує розмах R вимірів, наприклад, при кутових вимірюваннях і нівелюванні менші розмахи вимірів одержимо при застосуванні електронних тахеометрів, теодолітів і нівелірів, зорові труби яких мають більші діаметри вхідних отворів і збільшення 30^x.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку полягають в розробці нових методів зрівнювання вимірів елементів замкнених систем кіл ***К***, ***М*** геодезичних побудов [3], у визначені точності зрівняних елементів таких систем, у знаходженні найімовірніших значень дисперсій результатів додавання сукупностей вимірів та у встановлені законів розподілу [9] дискретних величин, що набувають значень у межах їх вірогідного розмаху R.

Список літератури

1. Білецький Я.В., Пряха Б.Г. Про дисперсії геодезичних вимірів // Інженерна геодезія, вип. 49, 2003, С. 36-46.

2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научних работников и инженеров. – М.: Наука, 1968. – 720 с.

3. Пряха Б.Г., Білецький Я.В. Про точність геодезичних вимірювань // Вісник геодезії та картографії. – 2003. – №3. – С. 43-49.

4. Сергеев А.Г., Крохин В.В. Метрология: Уч. пособ. – М.: Логос, 2001. – 408 с.

5. Walpole Ronald E, Myers Raymond H. Probability and Statistics for Engineers and Scientists. 3-th edition, Macmillan Publishing Company. – New York, 1985. – 639 p.

6. Войтенко С.П., Лапицький І.В. До питання сучасного підходу оцінки точності геодезичних вимірювань //Інженерна геодезія. – Вип. 48. – 2002. – С. 55-57.

7. Пряха Б.Г. До оцінки похибок вимірювань у геодезичних побудовах //Вісник геодезії та картографії. – 2002. - №4. – С. 11-18.

8. Gladilin V., Belenok V., Hebrin – Baidy L., Chookarina N. Structural method for determining deformations by geodetic measurement. Geodesy and Cartography. Vol. 45, No 2, 2019. – P92 -95. Doi.org/10.3846/gac2019.6692

9. Гладілін В.М., Сіроштан Т.М., Шудра Н.С., Чуланов П.О. Визначення форми розподілу помилок геодезичних вимірювань. Містобудування та територіальне планування. К.: КНУБА, 2022.-Вип. 80.– С. 130-145. Doi.org/10.32347/2076—815x.2022.80.

10. Gladilin V., Sirosytan T., Sviderska T., Shudra N. Assessment of geodetic measurement errors. Prospective and Priority Directions of Scientific Research in Technical and Agricultural Sciences. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data ISBN – 979-8-88757-694-8 DOI – 10.46299/ISG.2023.MONO.TECH.3.1.1 P. 8-37, Boston USA (2022)

11. Калужнин Л.А. Введение в общую алгебру. М.: Наука, 1973. - 326 с.

Ph. D., **Gladilin Valeriy,** Dr. Tech. Sciences **Maznitskij Anatolij,**
Ph. D., **Siroshtan Tatiana, Sviderska Tetyana,** Ph. D. **Gamalij Irina**
Bilotserkov National Agrarian University,
Shudra Natalia, Chulanov Petro
Kyiv National University of Construction and Architecture

PROPERTIES OF TRUE ERRORS OF GEODESIC MEASUREMENTS IN THE ALGEBRAIC CIRCLE

True errors can be found when we know the true value of the measured value. In geodetic measurements and in any other measurements, the true value of the measured quantity is unknown, therefore the most probable value of this quantity is taken, the sum of probable errors must be zero, the sum of true errors must be zero, therefore it is necessary to investigate the probable and true errors in an algebraic circle .

A new method of equalizing and assessing the accuracy of measurements is considered. It differs from traditional methods in that, as a result of processing the measurements of one quantity, not only the total mean squared error is obtained, but also the mean squared errors of all measurements.

The nature of true errors is manifested in closed systems, each (any) element of a closed system is neutral and opposite to all other elements and can be the beginning and end of the system. Therefore, a simple, closed system can be considered as an algebraic circle of elements, the dimensions of which are not measured precisely, but with some error.

Definition 1. The set of all elements of a closed system is called a circle ***K***, if the algebraic sum of the values of these elements is a true physical quantity.

Definition 2. The set of all elements of a closed system is called a circle ***M*** if the algebraic sum of the values of these elements is zero.

In circle ***K*** and circle ***M***, we consider their own subsets, arcs D and $\overline{D}$ which are opposite to each other and such that

$$D \subset K, \overline{D} = K \setminus D\,; \;\; D \subset M, \overline{D} = M \setminus D.$$

Theorem. If the elements of the system create a circle ***K*** or a circle ***M***, then the algebraic sum of their true errors is zero, and the algebraic sums of the errors of any two opposite arcs *D* and $\overline{D}$, circle ***K*** or circle ***M***, will be the same in magnitude and have opposite signs.

If three angles and three side lengths are measured in a triangle, then such a triangle has the properties of a closed circle ***M***.

REFERENCES

1. Biletskyi Ya.V., Priakha B.H. Pro dyspersii heodezychnykh vymiriv // Inzhenerna heodeziia, vyp. 49, 2003, S. 36-46. {in Ukrainian}

2. Korn H., Korn T. Spravochnyk po matematyke dlia nauchnykh rabotnykov y ynzhenerov. – M.: Nauka, 1968. – 720 s. {in Russian}

3. Priakha B.H., Biletskyi Ya.V. Pro tochnist heodezychnykh vymiriuvan // Visnyk heodezii ta kartohrafii. – 2003. – №3. – S. 43-49. {in Ukrainian}

4. Cerheev A.H., Krokhyn V.V. Metrolohyia: Uch. posob. dlia vuzov. – M.: Lohos, 2001. – 408 s. {in Russian}

5. Walpole Ronald E, Myers Raymond H. Probability and Statistics for Engineers and Scientists. 3-th edition, Macmillan Publishing Company. – New York, 1985. – 639 r. {in English}

6. Voitenko S.P., Lapytskyi I.V. Do pytannia suchasnoho pidkhodu otsinky tochnosti heodezychnykh vymiriuvan // Inzhenerna heodeziia. – Vyp. 48. – 2002. – S. 55-57. {in Ukrainian}

7. Priakha B.H. Do otsinky pokhybok vymiriuvan u heodezychnykh pobudovakh //Visnyk heodezii ta kartohrafii. – 2002. - №4. – S. 11-18. {in Ukrainian}

8. Gladilin V., Belenok V., Hebrin – Baidy L., Chookarina N. Structural method for determining deformations by geodetic measurement. Geodesy and Cartography. Vol. 45, No 2, 2019. – P. 92-95. Doi.org/10.3846/gac2019.6692. {in English}

9. Gladilin V.M., Ciroshtan T.M., Shudra N.S., Chulanov P.O. Vyznachennia formy rozpodilu pomylok heodezychnykh vymiriuvan. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. K.: KNUBA, 2022. - Vyp. 80. – S. 130-145. Doi.org/10.32347/2076—815x.2022.80. {in Ukrainian}

10. Gladilin V., Sirosytan T., Sviderska T., Shudra N. Assessment of geodetic measurement errors. Prospective and Priority Directions of Scientific Research in Technical and Agricultural Sciences. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data ISBN – 979-8-88757-694-8 DOI – 10.46299/ISG.2023.MONO.TECH.3.1.1 P. 8-37, Boston USA (2022). {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.306-325
УДК 528.46/711.622.83
д.т.н., професор **Куліковська О.Є.**,
kulikovskaja13@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2168-1445,
к.е.н., доцент **Колодій П.П.,**
pavlokolodiy@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9847-9520,
д.е.н., доцент **Ступень Р.М.**,
romomas@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4951-2838,
Львівський національний університет природокористування

ОСОБЛИВОСТІ КАДАСТРОВИХ РОБІТ ЩОДО ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК, ЗАЙНЯТИХ ОБВОДНЕНИМИ КАР'ЄРАМИ

Приділено увагу характеристиці обводнених кар'єрів: їх виникненню, функціонуванню та правовим аспектам використання; розглянуто питання державного обліку земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами. Запропоновано вибір критеріїв для їх класифікації, на підставі яких проведено аналіз відомостей щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами Криворізького гірничодобувного регіону. Обґрунтовано склад кадастрових робіт, необхідних для постановки об'єкта нерухомості на державний кадастровий облік, проведено огляд методів та нормативних вимог до точності визначення меж земельних ділянок. Рекомендовано проведення кадастрових робіт із врахуванням і контролем екологічного та санітарно-епідеміологічного стану обводненого кар'єра, що дозволить забезпечити необхідною інформацією органи державної влади, місцевого самоврядування, фізичні та юридичні особи під час регулювання та управління земельними відносинами для організації раціонального використання та охорони земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами.

Ключові слова: обводнений кар'єр; кадастрові роботи; земельна ділянка; водний об'єкт; державний земельний кадастр; державний водний кадастр.

Проблема і її зв'язок із науковими і практичними завданнями. Водні ресурси на урбанізованих територіях є невід'ємним елементом всієї ландшафтно-архітектурної системи і служать ключовим показником екологічного благополуччя міст. Крім природних водойм, на міських територіях нерідко розташовуються штучні водні об'єкти – ставки та обводнені кар'єри. Земельні ділянки, зайняті такими водними об'єктами, відповідно до сучасного законодавства віднесені до об'єктів нерухомого майна та можуть бути передані у власність. Слід зазначити існування низки проблемних питань, пов'язаних із дотриманням громадянських, земельних та

екологічних правовідносин при наданні у власність обводнених кар'єрів. Специфіка обводнених кар'єрів визначається їх техногенною природою походження і безперервною взаємодією з урбанізованими територіями. Виходячи з цього, при внесенні земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами, до Єдиного державного кадастру нерухомості (ЄДКН) найбільш значущими зі складу кадастрових даних є відомості про просторове положення берегової лінії, яка часто має складну форму і схильна до змін внаслідок ряду факторів, зокрема, розвитку берегової ерозії, а також впливу екологічних факторів середовища водного об'єкта. Отже, визначення та удосконалення кадастрових робіт щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами, є актуальними задачами.

Мета. Дослідження спрямовано на встановлення основних принципів проведення кадастрових робіт щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами в сучасних умовах.

Аналіз останніх публікацій. Проблему використання кар’єрів та інтеграції порушених територій до міської структури розглядали українські та зарубіжні науковці. Роль екологічної складової оцінки земельних ресурсів гірничодобувного регіону розглянута в роботах [11, 19]. Дослідженням оцінки стану земель населених пунктів присвячені роботи І.Л. Перовича [15], М.Г. Ступеня [21], А.М. Третяка [22, 23]. Методологічні та технологічні основи геоінформаційного забезпечення територій відображені в публікаціях [5, 11, 13] Вивчення відпрацьованих родовищ різного ступеня обводнення із застосуванням даних дистанційного зондування і географічних інформаційних систем, обґрунтування раціональної технологічної схеми гідротехнічної рекультивації залишкових вироблених просторів кар’єру з урахуванням екологічних проблем регіону детально висвітлює В.П. Корп [10]. Автори [8] пропонують організацію парків екстремального відпочинку на рекультивованих територіях, в межах земельних ділянок обводнених кар’єрів гірничодобувного регіону. Зарубіжні гідрологічні дослідження кар'єрних та шахтних водойм відображені в працях [1, 2]. У [3, 4] детально модельовано події обороту в обводнених кар’єрах, які впливають на якість води, її хімічний склад, розподіл розчиненого кисню; побудовано лімнологічні моделі, які передбачають глибину річного обороту, котрі необхідні для прогнозних досліджень якості води після видобутку корисних копалин. Дослідники у своїх роботах із економіки й екології вивчають питання економічної оцінки збитків від забруднення природного середовища та порушених територій. Великої уваги також заслуговують роботи географів, геологів та екологів, серед них: М.Є. Агаджанов [5], І.М. Малахов [12], О.М. Сметана [20], С.В. Ярков [25]. Інформаційною основою роботи у галузі

досліджень розвитку антропогенної географії й геоморфології Кривбасу в значній мірі стали праці В.Л. Казакова [9], який у своїх роботах, окрім досліджень кар'єрів Кривбасу, також рекомендує перспективу запровадження у місті індустріального туризму до промислових об'єктів, у тому числі до обводнених кар'єрів.

Виклад матеріалу і результати. Кар'єр являє собою антропогенне середовище, сукупність відкритих гірничих виробок, призначених для розробки родовища корисних копалин. Таким чином він може розглядатись як складний рельєф, що має певні геометричні та топогеологічні особливості. Питання класифікації кар'єрів м. Кривого Рогу детально розглядалося у роботі [14], де найбільшої уваги заслуговують показники основних геометричних параметрів кар'єру, а саме: площа, конфігурація в плані, структура, крутизна та тип схилів, глибина.

Однак для повного розуміння походження таких параметрів, особливостей складу ґрунту й планувальних схем кар'єру необхідно провести ширше дослідження класифікації порушених територій та кар'єрів Кривбасу.

На геометричні параметри кар'єрів значною мірою впливає період видобутку у них корисних копалин. Кар'єри, в яких завершено видобуток відносно нещодавно глибші, мають чіткішу структуру, їх можна класифікувати за часом завершення гірничих робіт (рис. 1).

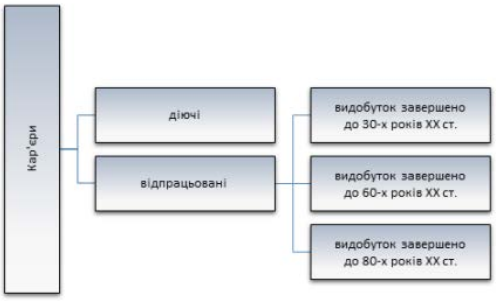


Рис. 1. Типи кар'єрів за станом видобутку

Кар'єри після відкритого видобутку також діляться залежно від методу розробки та геології місцевості по глибині і виду корисних копалин. Від форми та глибини залягання родовища корисних копалин, кількості розкривних (порожніх) порід, їх фізико-механічних властивостей залежать способи розрізу (розкриву) і системи відкритої розробки. На вибір типу об'єкта будівництва та визначення його функціонально-планувальної й об'ємно-просторової структури найбільше впливають геометричні параметри кар'єру, зокрема його глибина, наявність та параметри терас тощо.

За глибиною кар'єри поділяються на (табл. 1): неглибокі (глибина до 50 м), середньо-глибокі (глибина 50-150 м), глибокі (глибина 150-250 м) та надглибокі (глибина від 250 м). До перших двох категорій зазвичай належать кар'єри з видобутку нерудних копалин та такі, видобуток у яких завершився понад 50 років тому. Неглибокі кар'єри найчастіше обираються для будівельної рекультивації (рис. 2). Вони у свою чергу можуть також бути розділені на три категорії: глибиною до 15 метрів, 12-30 метрів та 30-50 метрів. Кар'єри глибиною до 30 м у більшості випадків відводились для видобутку будівельних

матеріалів. Така глибина характерна для нерудних кар’єрів або, на території м. Кривий Ріг - для дореволюційних кар’єрів із такими параметрами.

Рис. 2 Типи неглибоких кар’єрів

Глибокі та надглибокі кар’єри на території Криворізького басейну представлені діючими кар’єрами з видобутку залізної руди.

Кар’єри глибиною до 15 метрів зазвичай залишаються під самозаростання або заповнюються водою і згодом інтегруються у навколишнє ландшафтне середовище.

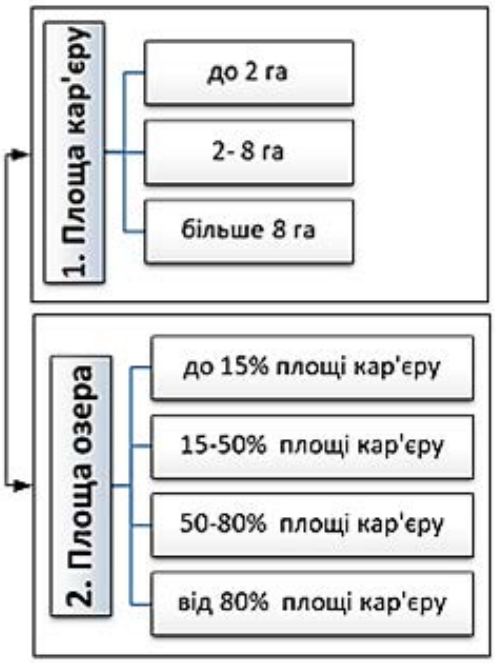
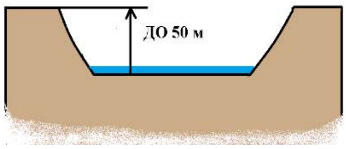
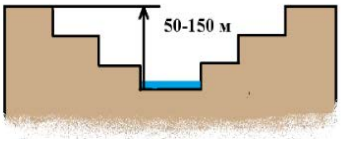
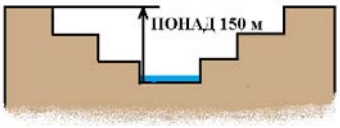


Рис. 3. Розподіл об’єктів за площею

Систематизацію кар’єрів за площею земельної ділянки та за площею, займаною водною поверхнею, показано на рис. 3. Залежно від структури бортів кар’єри поділяються на прості та складні (табл. 1). Прості кар’єри складаються з днища та бортів у вигляді обривистого або крутого уступу. Як правило, до таких відносяться глиняні, піщані, вапнякові та інші кар’єри з видобутку будівельних матеріалів. До складних кар’єрів входять терасовані борти з берм, днище, дороги та робочі майданчики. Така структура характерна як для кар’єрів із видобутку будівельних матеріалів, так і для рудних кар’єрів.

Таблиця 1

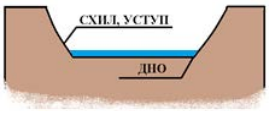
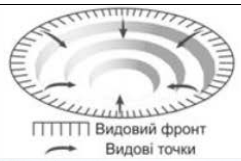
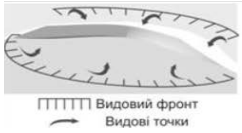
Типи кар’єрів за глибиною

Неглибокі	Середньо-глибокі	Глибокі, надглибокі
		
Жовтневий гранітний кар’єр, м. Кривий Ріг	Черепашинський кар'єр, с. Черепашинці, (Вінницька обл.)	Велика діра (англ. Big Hole), Кімберлі (ПАР).

За формою в плані кар’єри можна умовно розділити на дві основні групи: прості та складні. Такий поділ є умовним, згідно досліджень В.Л. Казакова [9] у Криворізькому регіоні зустрічаються кар’єри: круглої (овальної), квадратної, прямокутної, трикутної, серцеподібної (яйцеподібної), витягнутої форм. Кар’єри компактної (простої) форми зустрічаються частіше, це пов’язано зі специфічним технологічним процесом видобутку корисних копалин (табл. 2).

Таблиця 2

Типи кар’єрів за будовою бортів та формою контуру

за будовою бортів		за формою контуру	
складні	прості	замкнуті	незамкнуті, видовжені
			
Карачунівський кар’єр	Кар’єр у балці Крутій	Бурозалізняковий кар'єр №2, Візирка	Кар'єр в балці Північна Червона

Стосовно містобудівних аспектів розвитку варто зазначити два варіанти розміщення кар’єрів відносно міської території: розташування кар’єру поза межами міста та у місті (табл. 3).

Таблиця 3

Приклади розташування кар’єрів на території та за межами Кривого Рогу

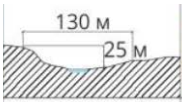
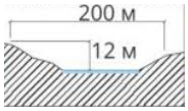
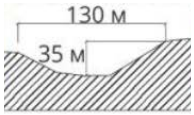
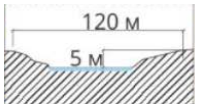
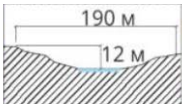
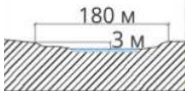
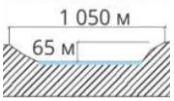
у місті				за межами міста
в центральній частині міста	в межах районів міста	на периферії	в рекреаційній зоні	
Кар'єр бувших рудників ім. Калініна	Жовтневий гранітний кар’єр	Кар’єр ПАТ «Маріупольській металургійний комбінат»	Карачунівський кар’єр	Бурозалізняковий кар'єр № 2 в гирлі балки Зелена

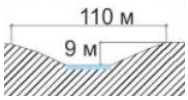
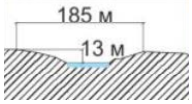
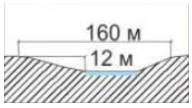
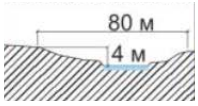
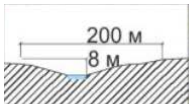
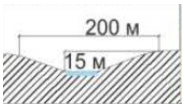
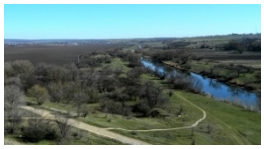
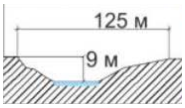
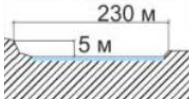
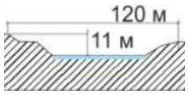
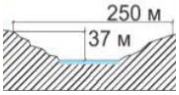
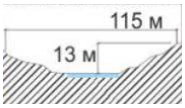
Обводнені кар'єри в місцях розробок загальнопоширених копалин глибиною більше 10 м менш схильні до процесів евтрофікації і найбільш близькі за своїми показниками до гігієнічних нормативів якості води, тому є найбільш привабливими для надання у власність. За категоріями земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами, вони можуть бути віднесені до земель населених пунктів, земель промисловості, земель водного фонду, а також іншої категорії земель.

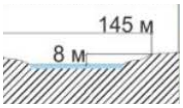
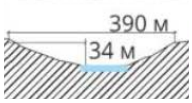
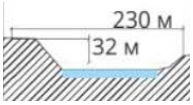
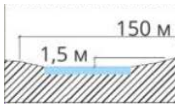
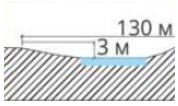
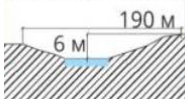
У табл. 4 наведено перелік обводнених кар’єрів Кривбасу, які класифіковано за раніше наведеними параметрами; їх місцерозташування показано на рис. 4. Нумерація на схемі відповідає номерам кар’єрів у табл. 4.

Таблиця 4

Аналіз структури кар’єрів Кривбасу

№№	Назва	Схема	Фото	Площа, га	Форма в плані та структура бортів
1	2	3	4	5	6
Залізорудні					
1	Кар'єр рудників шахти ім. Калініна			4	Складна видовжена
2	Котловина кар’єрів Копилова №2, Пастухова і В.С. Лаптєва			8	Складна видовжена
3	Кар’єр Радянський колишнього РУ ім. Ілліча			7	Проста видовжена
4	Кар’єр рудника Б.К.Д. №1			1,2	Проста видовжена
5	Кар’єр рудника Б.К.Д. №2			6	Складна видовжена
6	Кар’єр Вільчура			2,5	Проста видовжена
7	Кар’єр №1 НКГЗК ПАТ «АрселорМіттал»			Стадія розробки	

№№	Назва	Схема	Фото	Площа, га	Форма в плані та структура бортів
1	2	3	4	5	6
8	Котловина кар'єрів АТКЗР і алмазного товариства			2	Проста видовжена
9	Кар'єр рудника Гервардт			2,5	Складна видовжена
10	Кар'єр №2 рудника Краматорського товариства			5	Складна видовжена
11	Кар'єр Північний рудника Стародобровольський АТКЗР			3	Проста видовжена
12	Кар'єр Інгулецького рудника АТКЗР			7	Проста неправильна
13	Котловина 3-х кар'єрів рудника Стародобровольсь-кий АТКЗР			7	Складна неправильна
14	Бурозалізняковий кар'єр №1 в гирлі балки Зелена ПрАТ ІнГЗК (ІнГЗК)			6	Складна видовжена
15	Бурозалізняковий кар'єр №2 в гирлі балки Зелена ПрАТ ІнГЗК			7	Проста видовжена
16	Бурозалізняковий кар'єр №1 ділянки Візирка ПрАТ ІнГЗК			6	Складна трикутна
17	Бурозалізняковий кар'єр №2 ділянки Візирка ПрАТ ІнГЗК			11	Складна видовжена
18	Бурозалізняковий кар'єр №3 ділянки Візирка ПрАТ ІнГЗК			7	Складна видовжена

№№	Назва	Схема	Фото	Площа, га	Форма в плані та структура бортів
1	2	3	4	5	6
19	Бурозалізняковий кар'єр Північний ПрАТ ІнГЗК			4	Проста видовжена
Гранітні					
20	Жовтневий кар'єр			16	Складна серцеподібна
21	Карачунівський кар'єр			20	Складна видовжена
Піщані					
22	Кар'єр в балці Крутій			4	Проста видовжена
23	Мудрьонівський кар'єр			3,5	Проста видовжена
Глинисті					
24	Кар'єр в гірничому відводі колишнього РУ ім. К. Лібкнехта			3	Проста неправильна

Нерудні кар'єри Кривбасу мають характерний невеликий перепад висот. Відстань від дна до верхнього краю борта кар'єра нечасто перевищує 15-20 м. Мікрокар'єри, незначні за площею (0,1- 2,0 га), розосереджені дифузно по території. Більшість таких мікро-кар'єрів відпрацьовані чи малоексплуатовані.

Нерудна видобувна промисловість у Криворізькому регіоні в середині XX ст. набула значного розмаху. Сліди видобутку нерудних копалин можна зустріти повсюдно в околицях м. Кривого Рогу. На сучасному етапі вплив цього фактору ослаблений у зв'язку з попутним видобутком нерудної сировини в гірничорудних кар'єрах, а також низкою економічних причин. Розглядаючи кар'єр як промислову споруду, можна звернутись до життєвого циклу компаній, споруд, який розглядав у наукових роботах І.К. Адізес [6]. Кожний

промисловий об’єкт має період росту, що включає зародження, «дитинство», розквіт, стабільність та період занепаду з фазами «затухання» та смерті. Реконструкція та переобладнання дозволяють із періоду занепаду повертатись на деякий час до періоду росту.

Слід зазначити, що обводнені кар'єри відносяться до об'єктів, нерозривно пов'язаних із землею, а встановлена законодавством можливість надання у власність водного об'єкта з займаною земельною ділянкою свідчить про доцільність їх постановки на державний кадастровий облік.

Рис. 4. Положення обводнених кар’єрів Кривбасу на схемі міста

Нижче наводяться основні результати аналізу відомостей про земельні ділянки, які зайняті обводненими кар’єрами у Криворізькому басейні.

Відомо, що інформація про власників та користувачів земельних ділянок по всій території України стала доступною і відповідно до п. 175 Порядку ведення Державного земельного кадастру (ДЗК), затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 № 1051 в поточній редакції від 04.07.2023 [16] на отримання витягу з Державного земельного кадастру про земельну ділянку мають право фізичні та юридичні особи за умови їх ідентифікації з використанням електронного цифрового підпису чи іншого альтернативного засобу ідентифікації особи і органи державної влади та органи місцевого самоврядування для здійснення своїх повноважень, визначених законом.

Відсутність на нормативно-правовому рівні у сформованих кар'єрних водойм водоохоронної зони та прибережної захисної смуги вказує на їх особливу вразливість перед джерелами забруднення. Їх розташування на території населених пунктів вимагає врахування екологічних характеристик при підготовці відомостей про земельну ділянку, зайняту водним об'єктом.

Задля отримання відомостей про земельні ділянки, зайнятих обводненими кар’єрами Криворізького гірничодобувного регіону і про їх власників, для авторизації та ідентифікації використано сервіс BankID Приватбанку. Можливості розділу «Інформація про права» дозволили знайти повідомлення щодо права власності та речових прав на земельні ділянки, які зайняті обводненими кар’єрами (табл. 5).

Таблиця 5

Аналіз відомостей про земельні ділянки, що зайняті обводненими кар’єрами Кривого Рогу (порядковий номер об’єкта відповідає номеру із табл. 4)

№ №	Кадастровий номер	Суб'єкт речового права на земельну ділянку	Цільове призначення	Код ЄДРПОУ
1	2	3	4	5
1	Інформація відсутня			
2	Інформація відсутня			
3	1211000000:08:702:0001	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	1.10.1.	24432974
4	Інформація відсутня			
5	Інформація відсутня			
6	Інформація відсутня			
7	1211000000:05:011:0011	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	1.10.1.	24432974
8	1211000000:08:711:0085	ПАТ «Південний ГЗК»	11.01	19100
9	1211000000:08:711:0071	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	11.01	24432974
10	Інформація відсутня			
11	1225885500:05:010:0002	Державний орган місцевого самоврядування	2.4	0
12	Інформація відсутня			
13	1225885500:05:010:0002	Державний орган місцевого самоврядування	2.4	Інформація відсутня
14	1225885500:10:001:0002	Запорожченко Олександр Іванович	2.7	Інформація відсутня
15	1225885500:10:001:0002	Запорожченко Олександр Іванович	2.7	Інформація відсутня
16	1211000000:12:031:0001	ПАТ «ІнГЗК»	04.08	190905
17	1211000000:12:031:0001	ПАТ «ІнГЗК»	04.08	190905
18	1211000000:12:031:0001	ПАТ «ІнГЗК»	04.08	190905
19	Інформація відсутня			
20	Інформація відсутня			
21	Інформація відсутня			
22	1221884300:03:001:0739	ПрАТ «Бластко»	11.01	31271138

№№	Кадастровий номер	Суб'єкт речового права на земельну ділянку	Цільове призначення	Код ЄДРПОУ
1	2	3	4	5
23	Інформація відсутня			
24	1211000000:06:065:0142	ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»	11.01	24432974

Таким чином, встановлено, що на облік Державного органу місцевого самоврядування віднесено дві земельні ділянки, а ще право користування на умові оренди таких ділянок дозволено одній фізичній та чотирьом юридичним особам (рис. 5).

Рис. 5. Статистичний аналіз відомостей про обводнені кар'єри

Також було визначено цільове призначення обводнених кар'єрів. Як показав аналіз цільове призначення обводнених кар'єрів таке: 2 із них використовується для ведення підсобного сільського господарства (код 2.4); 2 – у добувній галузі (код 1.10.1); 3 – для збереження та використання заказників (код 04.08); 6 – для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємствами, що пов'язані з користуванням надрами (код 11.01); 2 – для іншого сільськогосподарського призначення (код 2.7). Інформація про інші 11 кар'єрів – відсутня, оскільки земельні ділянки, зайняті ними не були занесені до Державного земельного кадастру.

Відкриті реєстри Публічної кадастрової карти [18] дозволили виконати перевірку інформації про власників чи орендарів земельних ділянок за кодом Єдиного державного реєстру підприємств та організацій України (ЄДРПОУ). Інформацію про назву юридичної особи, код ЄДРПОУ, юридичну адресу, власників, бенефіціарних власників, орган керування, керівника, КВЕДи та контактні дані можна дізнатись безкоштовно за адресою usr.minjust.gov.ua/ua/freesearch. Безкоштовний пошук відомостей у Єдиному державному реєстрі юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань (далі – ЄДР) здійснюється відповідно до статті 11 Закону України «Про державну реєстрацію юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань».

У детальній інформації можна побачити повну та коротку назву юридичної особи, код ЄДРПОУ, місцезнаходження, перелік засновників, якщо серед них є юридичні особи, то побачити їх коди. Також наводяться відомості про кінцевих бенефіціарів-власників (це фізична особа, яка незалежно від формального володіння має можливість здійснювати вирішальний вплив на управління або господарську діяльність юридичної особи безпосередньо або через інших осіб). Деколи є можливість побачити серію та номер паспорту

бенефіціарів, але це – виняток. Далі надається інформація про розмір статутного капіталу, види діяльності фірми (КВЕД), ПІБ керівника та підписанта. Останнім пунктом буде номер телефону. Якщо необхідно знайти історію змін власників, прописку власників, а також інформацію про те, засновником яких компаній виступає та чи інша юридична або фізична особа, тоді треба брати платний витяг із Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань, за посиланням https://usr.minjust.gov.ua/ua/extractedr.

Наприклад, пошук відомостей про ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг», як одного із орендарів, за його кодом ЄДРПОУ показав, що розмір статутного капіталу на дату закінчення його формування складає 3859533000.00 грн., основний вид економічної діяльності юридичної особи – Код КВЕД 24.10 Виробництво чавуну сталі та феросплавів. Кінцевий бенеціфіарний власник (контролер) – Лакшмі Нівас Міттал.

Разом з тим, для сучасного суспільства все більш запитаним є отримання актуальної інформації про просторові дані та їх зміну в часі. На сьогодні вирішення водогосподарських задач неможливо виконати без забезпечення стабільного функціонування екосистем водних об'єктів, без збереження їх цілісності та стійкості. Це можливе лише за умов високого рівня їх вивченості як об’єктів із складною структурою та розгалуженою системою природних і господарських зв’язків, наявністю вірогідної інформації щодо їх екологічного стану, яка необхідна для своєчасного прийняття управлінських рішень, розроблення прогнозів і обґрунтування комплексу водоохоронних заходів. Саме такими об’єктами є обводненні кар’єри, земельні ділянки під ними.

Найбільший інтерес викликає створення єдиного інформаційного простору, що дозволить оперувати як з просторовими даними, так і різними інформаційними базами, створюваними та тими, що зберігаються в різних державних і комерційних структурах. Сумісне використовування даного інформаційного ресурсу наддасть можливість здійснювати рішення сучасних проблем на якісно новому рівні.

Як показало дослідження дані про кар’єри є не систематизованими, інформація зберігається в різних базах даних, в різних геоінформаційних системах. Тому проведення кадастрових робіт щодо земель, зайнятих обводненими кар’єрами в сучасних умовах потребує перегляду їх та удосконалення. Для досягнення цієї мети потрібна система накопичення, відображення та комплексного аналізу геологічної, гірничодобувної, геодезичної та екологічної інформації, отриманої шляхом обробки первинних даних спостережень з промислових об’єктів шляхом застосування новітніх геоінформаційних технологій єдиним структурним підрозділом, яким може

являтися інформаційно-аналітичний центр «Публічний кадастр обводнених кар’єрів України». Дана система наддасть можливість поліпшити інформаційне забезпечення не лише органів державної влади, місцевого самоврядування, а й інших організацій та відомств, громадськість. підвищить рівень підготовки управлінських рішень в галузі охорони довкілля внаслідок надання наявної та оперативної інформації до Інформаційно-аналітичного центру.

Особливу увагу слід звернути на точність опису положення берегової лінії, яка залежить від точності визначення координат її точок, що описують її форму.

Межова знімальна основа може виконуватися з використанням ГНСС-технологій або наземними вимірювальними технологіями (електронними тахеометрами). Середня квадратична помилка (СКП) координат характерної точки (межового знаку) для земель населених пунктів чинним нормативним документом встановлена рівною ±10 см щодо поруч розташованого пункту геодезичної основи. Положення берегової лінії вважається встановленим із факту внесення відомостей водного об'єкту до Єдиного державного кадастру нерухомості.

В якості вихідної картографічної основи використовуються відомості баз даних Єдиного державного кадастру нерухомості та інвентаризаційний паспорт водного об'єкта. Актуальні відомості про водойми та прилеглі території дозволяють отримувати також дані дистанційного зондування.

Беручи до уваги той факт, що обводнений кар'єр може вже перебувати у власності, інформація про це буде відображена в договорі водокористування [7, 17]. В цьому випадку обов'язковою умовою є узгодження проведення дослідницьких робіт із власником водного об'єкту. Окремі основні та додаткові характеристики земельної ділянки, зайнятої обводненим кар'єром (кадастровий номер, кадастрові номери інших об'єктів нерухомості на території земельної ділянки, відомості про кадастрового інженера, що виконував кадастрові роботи та ін.), можуть міститися в публічній кадастровій карті. Для виконання польового обстеження території водойми в якості основи оптимально використовувати космічний знімок із високою роздільною здатністю.

Через необхідність визначення великої кількості координат точок внаслідок значної звивистості берегової лінії водного об'єкта із заданою точністю, доцільно застосування фотограмметричного методу, що передбачає отримання ортофотоплану, який забезпечує визначення координат точок відображених об'єктів із заданою точністю (табл. 5).

Для одержання найбільшої інформативності та дешифрування фотоплану необхідно виконувати аерофотознімання з невеликих висот із використанням аерофотоапарата з короткофокусним об'єктивом. Ця вимога може бути

виконаною при використанні для знімальних робіт квадрокоптера, ширококутні фотокамери яких забезпечені об'єктивами з коротким фокусом, а конструктивні особливості літальних апаратів дозволяють фотографувати із невеликих висот.

Інвентаризаційний паспорт обводненого кар'єра необхідний для визначення місця розташування водойми, отримання інформації про наявність та стан шляхів під'їзду. Морфометричні характеристики (максимальна і середня глибина, площа водного дзеркала) є основою для вибору способу відображення рельєфу дна у вигляді цифрової моделі або карти-схеми. Результати оцінки санітарно-епідеміологічного стану водного об'єкта необхідні для формування проекту виконання робіт.

Таблиця 5

Вимоги до картографічної основи Єдиного державного кадастру нерухомості

Характеристика територій	Картографічна основа	Масштаб	Загальні вимоги
Населенні пункти	Фотоплани, ортофотоплани, цифрові топографічні плани, карти	Основний – 1:2000, допускається використання 1:5000 – 1:10000 за відсутності основного	Інформація повинна містити лише відомості, дозволені до опублікування, і включати: гідротехнічні споруди і гідрографію, промислові та культурні об'єкти, об'єкти сільськогосподарського призначення, населених пунктів, дорожні споруди, рослинний покрив і ґрунти, державний кордон України, найменування географічних об'єктів
Економічно інтенсивне господарське освоєння; ризик виникнення надзвичайних ситуацій (НС); прикордонні території	Фотоплани, ортофотоплани, цифрові топографічні карти	Основні – 1:10000, 1:25000, допускається використання 1:50000 за відсутності основних	
Інші території	Цифрові топографічні карти	1: 50000 – 1:100 000	

Рекомендовані основні етапи кадастрових робіт щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами, для постановки на державний кадастровий облік, представлено на рисунку 5.

Використання таких основних положень дозволить формувати інформаційну основу для захисту прав власника обводненого кар'єра, наблизитися до об'єктивності визначення кадастрової вартості водного об'єкта, а також вирішувати низку важливих завдань у галузі охорони водних ресурсів (табл. 6).

При цьому, наукова складова буде спрямована на забезпечення систематичного інформаційного обміну з об’єктами державного і регіонального

рівнів та отримання інтегральної оцінки стану навколишнього природного середовища системами регіонального рівня за допомогою даних спостережень і узагальненої аналітичної інформації про стан земної поверхні, геологічного середовища та вплив на них природно-техногенних чинників.

Рис. 5. Основні етапи кадастрових робіт щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами

Таблиця 6

Перелік вирішуваних завдань при використанні методики кадастрових робіт щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами

Характеристики земельної ділянки, зайнятої обводнених кар'єром	Призначення	Умовні позначення: 1 – постановка об'єкта нерухомості на державний кадастровий облік; 2 – захист прав власника обводненого кар'єра; 3 – уточнення кадастрової вартості і розміру оподаткування; 4 – контроль за екологічним і санітарно-епідеміологічним станом обводненого кар'єра; 5 – планування і організація заходів щодо забезпечення безпеки при рекреаційному водокористуванні.
Просторове положення меж земельної ділянки та меж обводненого кар'єра	1, 2, 3	
Гідроекологічні характеристики	2, 3, 4, 5	
Морфометричні характеристики	1, 2, 3, 4, 5	
Ландшафтні характеристики	2, 3, 4, 5	
Джерела антропогенного впливу	2, 3, 4	
Санітарно-епідеміологічні показники води	2, 4	

Висновки. Обводнені кар'єри відносяться до об'єктів, нерозривно пов'язаних із землею, а встановлена законодавством можливість надання у власність водного об'єкта з займаною земельною ділянкою свідчить про доцільність їх постановки на державний кадастровий облік. Брак на законодавчому рівні у сформованих земельних ділянок обводнених кар'єрів водоохоронної зони та прибережної захисної смуги вказує на їх специфічну вразливість перед джерелами забруднення. Їх розташування в межах населених пунктів потребує врахування екологічних характеристик під час формування даних щодо земельної ділянки із таким водним об'єктом.

Проведення кадастрових робіт із врахуванням і контролем екологічного і санітарно-епідеміологічного стану обводненого кар'єра; планування і організація заходів щодо забезпечення безпеки при рекреаційному водокористуванні дозволить забезпечити необхідною інформацією органи державної влади, місцевого самоврядування, фізичних та юридичних осіб під час регулювання та управління земельних відносин для організації раціонального використання та охорони земельних ділянок, зайнятих обводненими кар’єрами. Тому проведені дослідження можуть мати цільове спрямування для потреб землевпорядників, фахівців із організації ефективної роботи щодо методів та способів збирання просторових даних, що дозволить забезпечити оперативне автоматизоване отримання картографічної інформації як для потреб країни, так і зацікавлених користувачів різних галузей.

Список літератури

1. Bachmann, T.M. Redox and pH conditions in the water column and in the sediments of an acidic mining lake [Text] / T.M. Bachmann, K.W. Zachmann // J. Geoch. Explor. – 2001. – V.73. – P. 75–86.

2. Buffering of acidic mine lakes: the relevance of surface exchange and solid! bound sulphate [Text] / W. Uhlmann, H. Buttcher, O. Totsche, C.E. Steinberg // Mine Water and Environ. – 2004. – V. 23. – P. 20–27.

3. Castendyk, D. Sensitivity analyses in pit lake prediction, Martha Mine, New Zealand: Relationship between turnover and input water density [Text] / D. Castendyk, J.D. Webster Brown // Chem. Geology. – 2007. – V. 244. – P. 42 – 55.

4. Denimal S. Evolution of the aqueous geochemistry of mine pit lakes [Text] / S. Denimal, C. Bertrand, J. Mudry, Y. Paquette, M. Hochart, M. Steinmann [Text] // Appl. Geochem. – 2005. – V. 20. – P. 825–839.

5. Агаджанов М.Є. Геоінформаційні критерії інформаційно-ресурсної моделі антропогенних форм рельєфу Кривбасу [Текст] / М.Є. Агаджанов // Геоінформатика. – 2011. – № 1. – С. 72–79.

6. Адізес І. Управління життєвим циклом корпорації [Текст] / І. Адізес. – Київ, 2018. – 496 с.

7. Водний кодекс України [Текст] / Верховна Рада України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua. – 15.10.2023. – Назва з екрану.

8. Єфіменко В.І. Особливості організації парків екстремального відпочинку на рекультивованих територіях м. Кривого Рогу [Текст] / В.І. Єфіменко, О.О. Сліпич // Галузеве

машинобудування, будівництво. – Полтава, 2012. – Випуск 3(33). – С.65–71.

9. Казаков В.Л. Антропогенні ландшафти Криворіжжя: історія розвитку, структура В.Л. Казаков, С.В. Ярков [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kpdu.edu.ua/. – 05.10.2023. – Назва з екрану.

10. Корп В.Г. Обґрунтування раціональної технологічної схеми гірничотехнічної рекультивації залишкових вироблених просторів кар'єру з урахуванням екологічних проблем регіону [Текст] / В.Г. Корп // Промислова рекультивація. – 2009. – Т. 11, №4. – С. 16–19.

11. Куліковська О.Є. Сучасний стан та перспективи розвитку територіального управління гірничодобувними регіонами на основі маркшейдерсько-геодезичного моніторингу // Гірничий вісник. − Кривий Ріг, 2012. – Вип. № 95(1). – С. 62–67.

12. Малахов І.М. Вплив процесів видобутку залізних руд на стан навколишнього середовища та екологічну безпеку у Криворізькому гірничо-видобувному регіоні [Текст] / І. М. Малахов. К.: Ін-т геохімії навколиш. середовища НАН та МНС України, 2006. – 38 с.

13. Мартин А.Г. Формування кадастрово-реєстраційної системи в Україні: моногр. / А.Г. Мартин, О.В. Тихенко. – К.: Медінформ, 2015. – 580 с.

14. Паранько І.С. Фізична географія Криворіжжя [Текст] / І.С. Паранько, В.Л. Казаков [та ін.]. – Кривий Ріг, 2015. –268 с.

15. Перович І.Л. Кадастр територій [Текст] / навч. посібник /І.Л. Перович, В.М. Сай. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 264 с.

16. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення державного земельного кадастру» / редакція від 04.07.2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua. – 15.10.2023. – Назва з екрану.

17. Про порядок визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режим ведення господарської діяльності в них / редакція від 24.04.2021 / [Текст] / Постанова Кабінету Міністрів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua. – 15.10.2023. – Назва з екрану.

18. Публічна кадастрова карта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta. – 15.10.2023. – Назва з екрану.

19. Сай В. Про водоохоронні зони та прибережні захисні смуги [Текст] / В. Сай // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: Ліга-Прес, 2005. – Вип. І. – С. 408 – 410.

20. Сметана О.М. Географічні аспекти екологічного потенціалу техногенних геосистем Кривбасу [Текст] / О.М. Сметана, С.М. Сметана // Географічні дослідження Кривбасу: матеріали кафедральних науково-дослідних тем / В.Л. Казаков, О.В. Бугрій, І.С. Паранько та ін. – Кривий Ріг, 2010. – Вип. 5. – С. 53–59.

21. Ступень М.Г. Теоретичні основи державного земельного кадастру: навчальний посібник // М.Г. Ступень, Р.Й. Гулько, О.Я. Микула [за ред. М. Г. Ступеня]. – Львів: Апріорі, 2006. – 336 с.

22. Третяк, А.М. Земельні ресурси та їх використання / А.М. Третяк, В.М. Третяк, Т.М. Прядка, П.І. Трофименко, Н.В. Трофименко [за ред. А.М. Третяка]. – Біла Церква, 2022. – 304 с.

23. Третяк А.М. Особливості методології щодо застосування вартісного підходу при оцінці ефективності землекористування / А.М. Третяк, В.М. Третяк, О.Ф. Ковалишин, Н.О. Капінос // Агросвіт. – №9-10. – 2023. – С. 10–17.

24. Указ Президента. Про Положення про Державне агентство водних ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/. – 15.10.2023. – Назва з екрану.

25. Ярков С.В. Конструктивно-географічні особливості поліпшення сучасного стану гірничопромислових ландшафтів [Текст] / С.В. Ярков, Л.В. Бурман // Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та геології: матеріали Третьої міжнародної наукової конференції. – Кривий Ріг, 2011. – С 130–133.

Doctor of Technical Sciences, Professor **Kulikovska Olha,**
PhD in Economics, Associate Professor **Kolodiy Pavlo,**
Doctor of Economics, Associate Professor **Stupen Roman,**
Lviv National Environmental University

PECULIARITIES OF CADASTRAL WORKS IN RESPECT OF LAND PLOTS OCCUPIED BY WATERLOGGED QUARRIES

The article focuses on the characterization of waterlogged quarries: their emergence, functioning and legal aspects of use; the issues of state registration of land plots occupied by waterlogged quarries are considered. The article substantiates the composition of cadastral works required for registration of a real estate object with the State cadastral register, and reviews the methods and regulatory requirements for the accuracy of determining the boundaries of land plots. It is recommended to carry out cadastral works taking into account and controlling the ecological and sanitary-epidemiological condition of a waterlogged quarry, which will provide the necessary information to public authorities, local self-government bodies, individuals and legal entities in the course of regulation and management of land relations for the organization of rational use and protection of land plots occupied by waterlogged quarries.

Keywords: watered quarry; cadastral works; land plot; water body; state land cadaster; state water cadaster.

REFERENCES

1. Bachmann, T.M. Redox and pH conditions in the water column and in the sediments of an acidic mining lake [Text] / T.M. Bachmann, K.W. Zachmann // J. Geoch. Explor. – 2001. – V.73. – P. 75–86. {In English}.

2. Buffering of acidic mine lakes: the relevance of surface exchange and solid! bound sulphate [Text] / W. Uhlmann, H. Buttcher, O. Totsche, C. E. Steinberg // Mine Water and Environ. – 2004. – V. 23. – P. 20–27. {In English}.

3. Castendyk, D. Sensitivity analyses in pit lake prediction, Martha Mine, New Zealand: Relationship between turnover and input water density [Text] / D. Castendyk, J.D. Webster Brown // Chem. Geology. – 2007. – V. 244. – P. 42 – 55. {In English}.

4. Denimal S. Evolution of the aqueous geochemistry of mine pit lakes [Text] / S. Denimal, C. Bertrand, J. Mudry, Y. Paquette, M. Hochart, M. Steinmann [Text] // Appl. Geochem. – 2005. – V. 20. – P. 825–839. {In English}.

5. Ahadzhanov M.Ie. Heoinformatsiini kryterii informatsiino-resursnoi modeli antropohennykh form reliefu Kryvbasu [Tekst] / M.Ye. Ahadzhanov //

Heoinformatyka. – 2011. – № 1. – S. 72–79. {In Ukrainian}.

6. Adizes I. Upravlinnia zhyttievym tsyklom korporatsii [Tekst] / I. Adizes. – Kyiv, 2018. – 496 s. {In Ukrainian}.

7. Vodnyi kodeks Ukrainy [Tekst] / Verkhovna Rada Ukrainy / [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://zakon4.rada.gov.ua. – 15.10.2023. – Nazva z ekranu. {In Ukrainian}.

8. Yefimenko V.I. Osoblyvosti orhanizatsii parkiv ekstremalnoho vidpochynku na rekultyvovanykh terytoriiakh m. Kryvoho Rohu [Tekst] / V.I. Yefimenko, O.O. Slipych // Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo. – Poltava, 2012. – Vypusk 3(33). – S.65–71. {In Ukrainian}.

9. Kazakov V.L. Antropohenni landshafty Kryvorizhzhia: istoriia rozvytku, struktura [Elektronnyi resurs] / V.L. Kazakov, S.V. Yarkov //– Rezhym dostupu: http://kpdu.edu.ua/. – 05.10.2023. – Nazva z ekranu. {In Ukrainian}.

10. Korp V.H. Obgruntuvannia ratsionalnoi tekhnolohichnoi skhemy hirnychotekhnichnoi rekultyvatsii zalyshkovykh vyroblenykh prostoriv karieru z urakhuvanniam ekolohichnykh problem rehionu [Tekst] / V.H. Korp // Promyslova rekultyvatsiia – 2009. – T. 11, №4. – S. 16–19. {In Ukrainian}.

11. Kulikovska O.Ye. Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku terytorialnoho upravlinnia hirnychodobuvnymy rehionamy na osnovi marksheidersko-heodezychnoho monitorynhu // Hirnychyi visnyk. − Kryvyi Rih, 2012. – Vyp. № 95(1). – S. 62–67.{In Ukrainian}.

12. Malakhov I.M. Vplyv protsesiv vydobutku zaliznykh rud na stan navkolyshnoho seredovyshcha ta ekolohichnu bezpeku u Kryvorizkomu hirnycho-vydobuvnomu rehioni [Tekst] / I.M. Malakhov. K.: In-t heokhimii navkolysh. seredovyshcha NAN ta MNS Ukrainy, 2006. – 38 c. {In Ukrainian}.

13. Martyn A.H. Formuvannia kadastrovo-reiestratsiinoi systemy v Ukraini: monohr. / A.H. Martyn, O.V. Tykhenko. – K.: Medinform, 2015. – 580 s. {In Ukrainian}.

14. Paranko I.S. Fizychna heohrafiia Kryvorizhzhia [Tekst] / I.S. Paranko, V.L. Kazakov [ta in.] //: – Kryvyi Rih, 2015. –268 s. {In Ukrainian}.

15. Perovych I.L. Kadastr terytorii [Tekst] / navch. posibnyk /I.L. Perovych, V.M. Sai. – Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniky, 2012. – 264 s. {In Ukrainian}.

16. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro zatverdzhennia Poriadku vedennia derzhavnoho zemelnoho kadastru» / redaktsiia vid 04.07.2023 [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://zakon4.rada.gov.ua. – 15.10.2023. – Nazva z ekranu. {In Ukrainian}.

17. Pro poriadok vyznachennia rozmiriv i mezh vodookhoronnykh zon ta rezhym vedennia hospodarskoi diialnosti v nykh / redaktsiia vid 24.04.2021 / [Tekst]

/ Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://zakon4.rada.gov.ua. – 15.10.2023. – Nazva z ekranu. {In Ukrainian}.

18. Publichna kadastrova karta [Elektronnyi resurs] / Rezhym dostupu: http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta – 15.10.2023. – Nazva z ekranu. {In Ukrainian}.

19. Sai V. Pro vodookhoronni zony ta pryberezhni zakhysni smuhy [Tekst] / V. Sai // Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. – Lviv: Liha-Pres, 2005. – Vyp. I. – S. 408 – 410. {In Ukrainian}.

20. Smetana O.M. Heohrafichni aspekty ekolohichnoho potentsialu tekhnohennykh heosystem Kryvbasu [Tekst] / O.M. Smetana, S.M. Smetana // Heohrafichni doslidzhennia Kryvbasu: materialy kafedralnykh naukovo-doslidnykh tem / V.L. Kazakov, O.V. Buhrii, I.S. Paranko ta in. – Kryvyi Rih, 2010. – Vyp. 5. – S. 53–59. {In Ukrainian}.

21. Stupen M.H. Teoretychni osnovy derzhavnoho zemelnoho kadastru: navchalnyi posibnyk // M.H. Stupen, R.I. Hulko, O.Ia. Mykula [za zah. red. M.H. Stupenia]. – Lviv: Apriori, 2006. – 336 s. {In Ukrainian}.

22. Tretiak, A.M. Zemelni resursy ta yikh vykorystannia / A.M. Tretiak, V.M. Tretiak, T.M. Priadka, P.I. Trofymenko, N.V. Trofymenko [za red. A.M. Tretiaka]. – Bila Tserkva, 2022. – 304 s. 23. Tretiak A. M. Osoblyvosti metodolohii shchodo zastosuvannia vartisnoho pidkhodu pry otsintsi efektyvnosti zemlekorystuvannia / A.M. Tretiak, V.M. Tretiak, O.F. Kovalyshyn, N.O. Kapinos // Ahrosvit. – №9-10. – 2023. – S. 10–17. {In Ukrainian}.

24. Ukaz Prezydenta. Pro Polozhennia pro Derzhavne ahentstvo vodnykh resursiv Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/. – 15.10.2023. – Nazva z ekranu. {In Ukrainian}.

25. Yarkov S.V. Konstruktyvno-heohrafichni osoblyvosti polipshennia suchasnoho stanu hirnychopromyslovykh landshaftiv [Tekst] / S.V. Yarkov, L.V. Burman // Teoretychni, rehionalni, prykladni napriamy rozvytku antropohennoi heohrafii ta heolohii: materialy Tretoi mizhnarodnoi naukovoi konferentsii. – Kryvyi Rih, 2011. – S 130–133. {In Ukrainian}.

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.326-338
УДК: 658.8:69.009
д.е.н., професор **Бєлєнкова О.Ю.,**
bielienkova.oiu@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1142-5237,
к.т.н. **Дубінін Д.В.,**
denveronly@icloud.com, ORCID: 0000-0002-2044-0631,
к.е.н. **Локтіонова Я.Ф.,**
loktionova.yaf@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5634-4900,
Калашніков Д.П.,
kalashnikov_dp@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-1368-9225,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІМПЕРАТИВИ МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СТЕЙКХОЛДЕРІВ БУДІВНИЦТВА - РЕІНЖИНІРИНГ ЧИ СТАГНАЦІЯ

Досліджуються імперативи і тенденції впливу на маркетингову діяльність учасників будівництва, що вимагають її докорінної перебудови. Проведено опитування тридцяти підприємств, які є учасниками інвестиційно будівельних проектів (п'ять підприємств є девелоперськими компаніями, дванадцять – підрядниками, дев'ять – проектними підприємствами та чотири – постачальниками будівельних матеріалів), із метою виявлення головних імперативів їх розвитку та упровадження інноваційних методів у операційну та маркетингову діяльність. Виявлено, що головними імперативами розвитку підприємств будівництва є цифровізація усіх бізнес-процесів, орієнтація на екологічні тренди та упровадження гнучкої, адаптивної системи взаємодії із споживачами, оскільки це надає можливість оперативно ураховувати їх вимоги та потреби. Виявлено, що усі опитані зацікавлені сторони проектів можуть використовувати і використовують цифрові інструменти, платформи соціальних мереж і аналітику даних для уточнення свого цільової аудиторії, взаємодії з різноманітними споживачами та розширення обізнаності про екологічну діяльність на ринку. Це підкреслює необхідність для учасників інвестиційно-будівельних проектів прийняти глобальні імперативи для трансформації маркетингової діяльності, щоб залишатися конкурентоспроможними та актуальними у мінливому цифровому бізнес-середовищі. Споживачі будівельної продукції є головними стейкхолдерами інвестиційно-будівельних проектів, які дійсно зацікавлені в отриманні житла високої якості, відповідності екологічним стандартам та за оптимальну ціну. Тому управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM), впровадження систем CRM для керування взаємодією з клієнтами, відстеження потенційних клієнтів і покращення зв'язку протягом життєвого циклу проекту є обов'язковою

вимогою для побудови вдалої маркетингової стратегії девелопера. Усі опитані підприємства відповіли, що, зважаючи на зростаючу потребу в екологічності, вони узгоджують свою маркетингову діяльність із принципами сталого розвитку, щоб відповідати очікуванням споживачів.

Ключові слова: реінжиніринг; маркетинг; маркетингова діяльність; цифровізація; цифрова трансформація; учасники будівництва; девелопер; проектувальник; підрядник; проект; вартість будівництва; вартість проектування; вартість маркетингових заходів; соціальна відповідальність; стейкхолдер; бізнес-процеси; інновації; інноваційна діяльність; ринок нерухомості; BIM-моделювання; цифровізація.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Маркетингова діяльність учасників інвестиційно-будівельних проектів стала критично важливим чинником успіху для усіх зацікавлених сторін. Тому виявлення імперативів, які впливають на функціонування ринків у будівельній сфері, умов, що формують маркетингові стратегії, є життєво важливим завданням учасників і стейкхолдерів будівництва і актуальним напрямком дослідницької роботи.

Сьогодні перед підприємствами будівельної сфери та усіма учасниками будівельних проектів (проектними підприємствами, девелоперами, підрядниками та іншими зацікавленими сторонами) постає ряд питань – чи потрібно трансформувати маркетингові стратегії, які успішно працювали у минулому, потрібно ризикувати, змінюючи підхід до ринкової діяльності, або далі по інерції виконувати вже знайомий набір заходів, потрібен повний реінжиніринг бізнес-процесів, або можна обійтись невеликими змінами, та чи приведуть наявні стратегії до збільшення ефективності на ринках, які знаходяться у постійній динаміці.

Аналіз багатогранних викликів і можливостей, властивих будівельному маркетингу, як ніколи потребує глибоких досліджень, які мають на меті виявлення впливу змін в поведінці споживачів, технологічного прогресу, цифровізації і галузевих тенденцій, що невідкладно вимагають переоцінки традиційних маркетингових парадигм. Тому актуальним напрямком досліджень, на основі всебічного огляду тематичних науково-прикладних джерел та практичного досвіду учасників будівництва, є визначення ключових імперативів, які стимулюють успішну маркетингову діяльність у будівельному секторі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями реінжинірингу бізнес-процесів будівельних підприємств в умовах цифрової трансформації та тенденції розвитку будівництва займались ряд науковців, серед яких основою

для даного дослідження стали праці наступних вчених: Продіус О.І., Прокоф'єва В.К. [1], Чернишев Д.О., Рижаков Д.А., Хоменко О.М., Малихіна О.М., Чуприна Ю.А., Рижакова Г.М., Чуприна Х.М., Тормосов Р.Ю., Гончас В.С., Поколенко В.О., Предун К.М., Гончаренко Т.А., Івахненко І.С., Зінченко М.М., Цифра Т.Ю. [2-6, 13], Пузійчук А. В. [7, 8], Бушуєв С. Д., Бушуєв Д. А., Бушуєва Н. С., Козир Б. Ю. [9], Хаммер М., Чампі Дж., Сміт Х., Фінгар П., Робсон М., Уллах П. [10-12].

Напрямки трансформації маркетингової діяльності вивчали Чайковська М., Шкеда О. [14], Кобизський Д. С. [16], Євтєєва В.Г. [17], маркетингову діяльність у будівництві досліджували Марушева О. А. [18], Унтілов А., Шмідгаль К., Камбур О. [19], Гронська М. В. [20], Мацапура О. В. [21], а також ряд вчених під керівництвом Таранюка Л.М. [15] і Сорокіної Л.В. та Гойка А.Ф. [22].

Незважаючи на значну увагу науковців та практиків до питань функціонування будівельних підприємств, виявлення довгострокових тенденцій їх розвитку та напрямів реінжинірингу бізнес-процесів учасників будівництва, значне коло завдань щодо трансформації маркетингової діяльності будівельних підприємств під дією довгострокових впливів залишилось невирішеним, що вимагає додаткових досліджень.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Завданням дослідження є виявлення імперативів, які вимагають реінжинірингу маркетингової діяльності учасників будівництва.

Методи дослідження. Для вирішення завдання дослідження використано анкетування 30 підприємств-учасників будівництва із метою виявлення найбільш поширених напрямків цифровізації, із яких п'ять підприємств є девелоперськими компаніями, дванадцять – підрядниками, дев'ять – проектними підприємствами та чотири – постачальниками будівельних матеріалів. Для виявлення головних імперативів розвитку будівництва та напрямків реінжинірингу маркетингової діяльності учасників будівництва використано методи аналізу та синтезу, а також теоретичного узагальнення рекомендацій науковців та практиків щодо реінжинірингу діяльності учасників будівництва під впливом цифровізації, екологічних трендів та орієнтації на клієнта.

Виклад основного матеріалу дослідження. Імперативами маркетингової діяльності для учасників інвестиційно-будівельних проектів та інших зацікавлених сторін є (рис.1):

Цифровізація бізнес-процесів, яка буде поглиблюватись із часом. Більшість учасників будівництва якщо не повністю у своїй діяльності перейшли на BIM (інформаційне моделювання будівель), то упроваджують окремі

елементи, програмні продукти та системи, які легко можуть бути інтегровані у єдине інформаційне середовище проекту. Перехід на технології, які дозволяють виконувати операції і процеси із внесенням усіх змін у цифрову модель об'єкта, який призупинився із початком війни, наразі знову посилився. Вимоги щодо переходу у цифровий формат торкнулись не тільки основних бізнес-процесів підприємства, але і допоміжних, зокрема у сфері маркетингу. Так, серед опитаних нами 30 будівельних підприємств, 86,6% відзначають важливість впровадження цифрових технологій у роботу, а 83,3% цікавляться новими пропозиціями і розробками в областях роботизованих систем, великих даних, доповненої реальності. При цьому упроваджують у операційну діяльність інновації усього 60% від опитаних підприємств. Причинами цього є, насамперед вартість нових технологій, необхідність навчання персоналу, наявність інших, більш важливих для підприємства статей витрат.

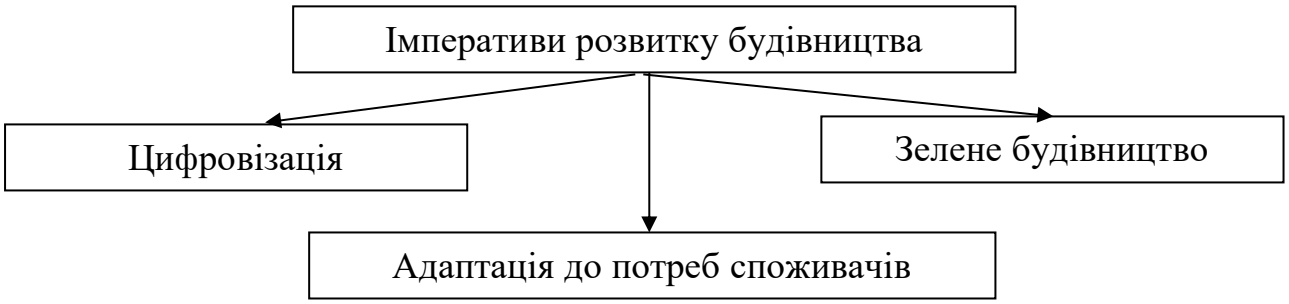


Рисунок 1. Імперативи розвитку будівництва
Джерело: розроблено авторами

У області маркетингової діяльності, навпаки, підприємства більше зусиль прикладають для того, щоб переходити у цифровий формат. Можливою причиною цього є швидка віддача від маркетингових заходів, їх менша вартість. Наприклад, такі технології цифрового маркетингу, пошукову оптимізацію (SEO), створення та оптимізацію професійного веб-сайту для демонстрації минулих проектів, можливостей і контактної інформації, залучення до соціальних мереж, активна участь у різних платформах і заходах соціальних мереж, щоб спілкуватися з потенційними клієнтами, ділитися оновленнями та взаємодіяти з спільнотою та онлайн-рекламу, для підвищення видимості та охоплення ширшої аудиторії, використовують 100% опитаних підприємств, а 83,3% здійснювали закупівлю інформаційних продуктів, навчання персоналу або залучення фахівців із просування у 2023 році. При чому ці витрати відбуваються на фоні зупинки частини будов, воєнних дій і високих ризиків будівництва.

Ініціативи зеленого будівництва. У 21-му столітті будівельна галузь переживає трансформаційний зсув до стійких практик, спрямованих на

вирішення екологічних проблем і сприяння довгостроковій екологічній рівновазі. Зелене будівництво, яке характеризується екологічно чистими методами та ефективним використанням ресурсів, стає все більш вирішальним чинником у виборі покупцями житла.

Однією із основних вимог зеленого будівництва є оптимальне використання ресурсів, тому будівельні проекти мають бути спрямовані на оптимізацію ресурсів протягом життєвого циклу об'єкта нерухомості, сприяючи прийняттю обґрунтованих рішень щодо вибору матеріалів, розподілу ресурсів і зменшення відходів, екологічних варіантів, які мінімізують виснаження та погіршення навколишнього середовища.

Також зелене будівництво робить сильний акцент на енергозбереженні протягом життєвого циклу будівлі. Оцінювання енергетичної ефективності будівлі чи споруди, допомагає архітекторам та інженерам визначити можливі резерви енергоефективності, інтегрувати енергоефективні системи, такі як розумне освітлення, пасивне опалення та охолодження, а також відновлювані джерела енергії, сприяючи зменшенню вуглецевого сліду.

Мінімізація будівельного сміття та сприяння переробці є важливими аспектами зеленого будівництва та оптимізації використання матеріалів, планування демонтажних робіт та визначення можливостей переробки, управління відходами, мінімізуючи вплив на навколишнє середовище, пов'язаний з діяльністю по будівництву та знесенню.

Зелене будівництво використовує підхід оцінювання впливу на довкілля протягом життєвого циклу, враховуючи вплив будівлі на навколишнє середовище від її створення до її знесення. Діяльність з моделювання, оцінка життєвого циклу за допомогою BIM, дозволяє зацікавленим сторонам оцінити довгострокові екологічні наслідки їхніх рішень, що підтримує вибір стійких матеріалів і конструкцій, які сприяють загальній екологічній ефективності будівлі.

Під впливом «зелених тенденцій» маркетингова діяльність учасників будівництва має трансформуватись Найменш витратним, проте ефективним способом, є включення ідей та підходів сталого розвитку та відповідальності за навколишнє середовище в маркетингові повідомлення, підкреслення використання екологічно чистих матеріалів та методів, дотримання галузевих стандартів і сертифікації екологічних методів будівництва. У довгостроковому періоді перехід до зеленого будівництва дозволить підприємствам формувати ділову репутацію та позиціонувати себе як соціально відповідальну та екологічно свідому компанію.

Адаптація до потреб споживачів. Споживачі будівельної продукції є головними стейкхолдерами інвестиційно-будівельних проектів, які дійсно зацікавлені в

отриманні житла високої якості, відповідності екологічним стандартам та за оптимальну ціну. Тому управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM), впровадження систем CRM для керування взаємодією з клієнтами, відстеження потенційних клієнтів і покращення зв'язку протягом життєвого циклу проекту є обов'язковою вимогою для побудови вдалої маркетингової стратегії девелопера. Для отримання визнання та залучення нових споживачів, девелопери мають здійснювати ознайомлення клієнтів з процесами будівництва, часовими межами (особливо в умовах війни, коли абсолютно усі проекти реалізуються із запізненнями) та потенційними проблемами для сприяння прозорості та побудови міцніших відносин.

Різні зацікавлені сторони в будівництві, включаючи підрядників, проектувальників, постачальників і забудовників, повинні прийняти конкретні маркетингові заходи, щоб залишатися конкурентоспроможними та використовувати нові можливості (табл.1).

Таблиця 1.

Показники вартості інжинірингових послуг у відсотках від вартості будівництва

№ пп	Учасники будівництва	Напрямки маркетингової діяльності
1	Девелопери	Девелопери мають розробляти комплексні маркетингові кампанії для просування проектів нерухомості, орієнтуючись на конкретні вимоги за допомогою онлайн-реклами та соціальних мереж, віртуальних турів
2	Підрядники	Підрядники мають використовувати цифрові платформи для демонстрації своїх можливостей і вже реалізованих проектів, висвітлюючи ключові особливості, методи будівництва та позитивні, а інколи не дуже, відгуки клієнтів. Не рекомендовано прибирати негативні відгуки із сайтів та соціальних мереж, оскільки це також негативно впливає на репутацію компанії.
3	Проектні підприємства	Проектні підприємства мають демонструвати проекти за допомогою візуально привабливих цифрових портфоліо, підкреслюючи інновації, стійкість та естетичну привабливість, а також екологічність прийнятих рішень, використовувати інформаційне моделювання будівель (BIM) для покращення візуалізації проекту, співпраці та ефективності процесів проектування та будівництва.
4	Постачальники	Постачальники мають впроваджувати онлайн-каталоги продукції, електронну обробку замовлень та відстеження партій товару, забезпечуючи клієнтам зручний доступ до будівельних матеріалів.

Джерело: узагальнено авторами на основі [23-30]

Також підприємствам конче необхідно запровадити проведення регулярних досліджень ринку, щоб бути в курсі галузевих тенденцій, дій конкурентів і нових можливостей. Застосування гнучкого маркетингового підходу, який дозволяє швидко коригувати стратегії на основі динаміки ринку

та відгуків, дозволяє компаніям позиціонувати себе на ринку, диференціювати свої пропозиції та будувати тривалі відносини з клієнтами та партнерами.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Маркетингова діяльність учасників будівництва зазнає глибокої трансформації під впливом цифрових інновацій, екологічних трендів та необхідності адаптації під потреби споживачів. З метою забезпечення конкурентних переваг, учасники будівництва має використовувати цифровий інструментарій забезпечення діяльності на ринках, на концептуально новий підхід до маркетингу. Необхідна трансформація маркетингової діяльності має не тільки підвищити ефективність роботи та допомогти організовувати співпрацю між учасниками будівництва, але й ставить нові вимоги до упровадження інновацій у галузі, яка традиційно стійка до змін. Зокрема потребує докорінної зміни підхід до організації маркетингової діяльності, оскільки цифрові, екологічні інновації та адаптивність продовжують формувати майбутнє будівництва, ті підприємства, хто вміло орієнтується та інтегрує ці технології у свої маркетингові процеси, підвищують конкурентоспроможність.

Література

1. Продіус О.І., Прокоф'єва В.К. Бенчмаркінг як інструмент удосконалення бізнес-процесів підприємства. *Економіка та суспільство*. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/19_ukr/90.pdf. (дата звернення: 05.08.2023).

2. Рижаков Д.А. Застосування BSC-технологій для формалізованого відображення особливостей операцій підрядного підприємства в проєктах реінжинірингу. *Управління розвитком складних систем*. 2017. №32. С. 153–158.

3. Ryzhakov D., Khomenko O., Malykhina O. The modern paradigm of reengineering as a tool for innovation and investment reconfiguration of business processes of construction enterprises. *Nauka i studia*. Przemyśl, Poland, 2019. V.12. P. 13–19.

4. Chupryna I., Ryzhakova G., Chupryna K., Tormosov R., Gonchar V. Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. Vol.1 №13 (115), P. 6–19.

5. Ryzhakova G., Pokolenko V., Malykhina O., Predun K. Structural Regulation of Methodoloical Management Approaches and Applied Reengineering Tools for Enterprises-Developers in Construction. *International Journal of Emerging Trends* 2020.№8 (10). p.7560–7567.

6. Honcharenko T, Chupryna I., Ivakhnenko I., Zinchenko M., Tsyfra T. Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology.

International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020. V. 8. № 8, (August) pp. 4166–4172.

7. Пузійчук А.В. Особливості впровадження організаційних структур проєкту ціннісно-орієнтованого реінжинірингу будівельних підприємств в умовах пандемії. *Управління проектами у розвитку суспільства*. матеріали XVIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 15 трав. 2021 р. Київ, 2021. С. 251–255.

8. Пузійчук, А.В. Аналіз підходів до концептуального моделювання проектів реінжинірингу великих будівельних компаній. *Управління розвитком складних систем*. 2018. № 36. С.52–57.

9. Бушуєв С.Д., Бушуєв Д.А., Бушуєва Н.С., Козир Б.Ю. Інформаційні технології розвитку компетенцій менеджерів з управління проектами на основі глобальних трендів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2018. Т. 68. №6. С. 218–234.

10. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York. NY: Harper Business, 1993. 223 p.

11. Smith H., Fingar P. Business Process Management: The Third Wave. Tampa, FL, USA: Meghan-Kiffer Press, 2002. 312 p.

12. Robson M., Ullah P. Practical Guide to Business Process Re-Engineering. Gower Pub Co. 1996.159 p.

13. Чернишев Д.О. Концептуальні засади організаційно-технологічного реінжинірингу проектів на принципах біосферосумісного будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2017. № 30. С. 205 – 209.

14. Чайковська М., Шкеда О. Реінжиніринг комунікацій бренду зі споживачем через інтеграцію поп-культурних інструментів маркетингу впливу у традиційні маркетингові компоненти. *Маркетинг і цифрові технології.* 2021. № 5(3). 63–71.

15. Реінжиніринг бізнес-процесів маркетингової сфери промислових підприємств: монографія / за заг. ред. докт. екон. наук, проф. Л.М. Таранюка Суми: Видавець СНАУ, 2018. 500 с.

16. Кобизський Д.С. Організаційно-економічне забезпечення реінжинірингу маркетингової діяльності українських машинобудівних підприємств. *Бизнес Информ*. 2018. №2 (481), С. 319–325.

17. Євтєєва В.Г. Маркетинг як інструмент підвищення конкурентоспроможності будівельного підприємства на ринку житла України. *Ефективна економіка*. 2013. http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2243. (дата звернення: 05.08.2023).

18. Марушева О.А. Деякі аспекти систем маркетингу в управлінні соціально-економічними відносинами у будівництві. Державне управління:

удосконалення та розвиток, 2018. №12. http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1348. (дата звернення: 05.08.2023).

19. Унтілов А., Шмідгаль К., Камбур О. Особливості маркетингу в галузі будівництва. ΛΌΓΟΣ. 2020. EOI 10.11232/2663-4139.05.03. (дата звернення: 05.08.2023).

20. Гронська М.В. Особливості маркетингової діяльності будівельного підприємства. Економіка та держава. 2014. № 9. С. 28-30. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2014_9_8. . (дата звернення: 05.08.2023).

21. Мацапура О.В. Методичні підходи до оцінювання ціни конкурсних пропозицій: надбання та недоліки. *Вісник Національного університету Львівська політехніка*. 2015. № 819. С. 142 – 147.

22. Економетричний інструментарій управління фінансовою безпекою будівельного підприємства: [моногр.] /Л.В. Сорокіна, С.П. Стеценко, А.Ф. Гойко, К.В. Ізмайлова [та ін.]; за наук. ред. д.е.н., проф. Л.В. Сорокіної. К.: КНУБА; Кривий Ріг: Вид. ФОП Чернявський Д. О., 2017. 404 с.

23. Tuhai O., Pokolenko V., Ryzhakova H., Prykhodko D., Lahutina Z., Stetsenko S. Modernized tools of construction development management. *Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations*. 2012. № 27/1, p. 86 – 98.

24. Сорокіна Л.В., Гойко А.Ф. Дослідження економічних важелів забезпечення розвитку будівельної галузі. *Будівельне виробництво*. 2015. № 58. С. 88 – 96.

25. Reznik Nadiia et al. Systems Thinking to Investigate the Archetype of Globalization. *In: International Conference on Business and Technology*. Springer, Cham, 2022. p. 123 – 140.

26. Сорокіна Л.В. Інформаційні технології як інструмент оптимізації управління збалансованим економічним розвитком підприємства. *Актуальні проблеми економіки*. 2007. № 10. С. 189 – 197.

27. Теоретико-методичні засади дослідження бізнес-процесів у підприємництві. Н.А. Волкова, Р.М. Волчек, О.М. Гайдаєнко та ін. Одеса: ППЦ «Белка». 2019. 169 с.

28. Зельцер Р.Я., Колот М.А., Панасюк І.О. Практика застосування дронів при реалізації будівельних проектів в Україні. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. №.35. С.151–154.

29. Tugai O.A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. 136 p.

30. Nikolaiev V.P. Technical and economic aspects of real estate properties: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. 124 p.

Doctor of Economics, Professor **Bielienkova Olha,**
Candidate of Technical Sciences **Dubinin Denis,**
Candidate of Economics **Loktionova Yana,**
PhD student **Kalashnikov Davyd**
Kyiv National University of Construction and Architecture

IMPERATIVES OF MARKETING ACTIVITIES OF CONSTRUCTION STAKEHOLDERS - REENGINEERING OR STAGNATION

The article examines what imperatives and trends affect the marketing activity of construction participants and require its radical restructuring. A survey was conducted of thirty enterprises that are participants in investment construction projects (five enterprises are development companies, twelve are contractors, nine are design enterprises, and four are suppliers of construction materials), with the aim of identifying the main imperatives of their development and the introduction of innovative methods in operational and marketing activities. It was revealed that the main imperatives for the development of construction enterprises are the digitization of all business processes, orientation to environmental trends and the introduction of a flexible, adaptive system of interaction with consumers, as this provides an opportunity to promptly take into account their requirements and needs. It was found that all surveyed project stakeholders can and do use digital tools, social media platforms, and data analytics to refine their target audience, interact with diverse consumers, and increase awareness of environmental activities in the market. This underscores the need for investment and construction project participants to embrace global imperatives to transform marketing activities to remain competitive and relevant in a changing digital business environment. Consumers of construction products are the main stakeholders of investment and construction projects, who are really interested in obtaining housing of high quality, compliance with ecological standards and for the optimal price. Therefore, customer relationship management (CRM), implementing CRM systems to manage customer interactions, track leads, and improve communication throughout the project lifecycle is a must for building a successful developer marketing strategy. All surveyed businesses responded that, given the growing need for sustainability, they align their marketing activities with sustainability principles to meet consumer expectations.

Keywords: reengineering; marketing; marketing activity; digitalization; digital transformation; construction participants; developer; designer; contractor; project;

construction cost; design cost; cost of marketing activities; social responsibility; stakeholder; business processes; innovation; innovative activity; real estate market; BIM modeling; digitalization.

REFERENCES

1. Prodius O.I., Prokofieva V.K. Benchmarkinh yak instrument udoskonalennia biznes-protsesiv pidpryiemstva. Ekonomika ta suspilstvo. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/19_ukr/90.pdf. (data zvernennia: 05.08.2023). {in Ukrainian}

2. Ryzhakov D.A. Zastosuvannia -tekhnolohii dlia formalizovanoho vidobrazhennia osoblyvostei operatsii pidriadnoho pidpryiemstva v proiektakh reinzhynirynhu. Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. 2017. № 32. P. 153 – 158. {in Ukrainian}

3. Ryzhakov D., Khomenko O., Malykhina O. The modern paradigm of reengineering as a tool for innovation and investment reconfiguration of business processes of construction enterprises. Nauka i studia. Przemyśl, Poland, 2019. V.12. P. 13–19. {in English}

4. Chupryna I., Ryzhakova G., Chupryna K., Tormosov R., Gonchar V. Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2022. Vol.1 №13 (115), P. 6–19. {in English}

5. Ryzhakova G., Pokolenko V., Malykhina O., Predun K. Structural Regulation of Methodoloical Management Approaches and Applied Reengineering Tools for Enterprises-Developers in Construction. International Journal of Emerging Trends 2020.№8 (10). p.7560–7567. {in English}

6. Honcharenko T, Chupryna I., Ivakhnenko I., Zinchenko M., Tsyfra T. Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. 2020. V. 8. № 8, (August) pp. 4166–4172. {in English}

7. Puziichuk A.V. Osoblyvosti vprovadzhennia orhanizatsiinykh struktur proiektu tsinnisno-oriientovanoho reinzhynirynhu budivelnykh pidpryiemstv v umovakh pandemii. Upravlinnia proektamy u rozvytku suspilstva. materialy XVIII mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kyiv, 15 trav. 2021 r. Kyiv, 2021. Pp. 251–255. {in Ukrainian}

8. Puziichuk, A.V. Analiz pidkhodiv do kontseptualnoho modeliuvannia proektiv reinzhynirynhu velykykh budivelnykh kompanii. Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. 2018. № 36. pp.52–57. {in Ukrainian}

9. Bushuiev S.D., Bushuiev D.A., Bushuieva N.S., Kozyr B.Yu. Informatsiini tekhnolohii rozvytku kompetentsii menedzheriv z upravlinnia proektamy na osnovi

hlobalnykh trendiv. Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia. 2018. T. 68. №6. S. 218–234. {in Ukrainian}

10. Hammer M., Champy J. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York. NY: Harper Business, 1993. 223 p. {in English}

11. Smith H., Fingar P. Business Process Management: The Third Wave. Tampa, FL, USA: Meghan-Kiffer Press, 2002. 312 p. {in English}

12. Robson M., Ullah P. Practical Guide to Business Process Re-Engineering. Gower Pub Co. 1996.159 p. {in English}

13. Chernyshev D.O. Kontseptualni zasady orhanizatsiino-tekhnolohichnoho reinzhynirynhu proektiv na pryntsypakh biosferosumisnoho budivnytstva. Upravlinnia rozvytkom skladnykh system. 2017. № 30. Pp. 205 – 209. {in Ukrainian}

14. Chaikovska M., Shkeda O. Reinzhynirynh komunikatsii brendu zi spozhyvachem cherez intehratsiiu pop-kulturnykh instrumentiv marketynhu vplyvu u tradytsiini marketynhovi komponenty. Marketynh i tsyfrovi tekhnolohii. 2021. № 5(3). 63–71. {in Ukrainian}

15. Reinzhynirynh biznes-protsesiv marketynhovoi sfery promyslovykh pidpryiemstv: monohrafiia / za zah. red. dokt. ekon. nauk, prof. L.M. Taraniuka Sumy: Vydavets SNAU, 2018. {in Ukrainian}

16. Kobyzskyi D. S. Orhanizatsiino-ekonomichne zabezpechennia reinzhynirynhu marketynhovoi diialnosti ukrainskykh mashynobudivnykh pidpryiemstv. Byznes Ynform. 2018. №2 (481), pp. 319–325. {in Ukrainian}

17. Ievtieieva V.H. Marketynh yak instrument pidvyshchennia konkurentospromozhnosti budivelnoho pidpryiemstva na rynku zhytla Ukrainy. Efektyvna ekonomika. 2013. http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2243. (data zvernennia: 05.08.2023). {in Ukrainian}

18. Marusheva O.A. Deiaki aspekty system marketynhu v upravlinni sotsialno-ekonomichnymy vidnosynamy u budivnytstvi. Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok, 2018. №12. http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1348. (data zvernennia: 05.08.2023). {in Ukrainian}

19. Untilov A., Shmidhal K., Kambur O. Osoblyvosti marketynhu v haluzi budivnytstva. ΛΌΗΟΣ. 2020. EOI 10.11232/2663-4139.05.03. (data zvernennia: 05.08.2023). {in Ukrainian}

20. Hronska M.V. Osoblyvosti marketynhovoi diialnosti budivelnoho pidpryiemstva. Ekonomika ta derzhava. 2014. № 9. pp. 28-30. http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecde_2014_9_8. . (data zvernennia: 05.08.2023). {in Ukrainian}

21. Matsapura O.V. Metodychni pidkhody do otsiniuvannia tsiny konkursnykh

propozytsii: nadbannia ta nedoliky. Visnyk Natsionalnoho universytetu Lvivska politekhnika. 2015. № 819. Pp. 142 – 147. {in Ukrainian}

22. Ekonometrychnyi instrumentarii upravlinnia finansovoiu bezpekoiu budivelnoho pidpryiemstva: [monohr.] /L. V. Sorokina, S. P. Stetsenko, A. F. Hoiko, K.V. Izmailova [ta in.]; za nauk. red. d.e.n., prof. L.V. Sorokinoi. K.: KNUBA; Kryvyi Rih: Vyd. FOP Cherniavskyi D.O., 2017. {in Ukrainian}

23. Tuhai O., Pokolenko V., Ryzhakova H., Prykhodko D., Lahutina Z., Stetsenko S. Modernized tools of construction development management. Ways to increase the efficiency of construction in the formation of market relations. 2012. № 27/1, Pp. 86 – 98. {in Ukrainian}

24. Sorokina L.V., Hoiko A.F. Doslidzhennia ekonomichnykh vazheliv zabezpechennia rozvytku budivelnoi haluzi. Budivelne vyrobnytstvo. 2015. № 58. Pp. 88 – 96. {in Ukrainian}

25. Reznik Nadiia et al. Systems Thinking to Investigate the Archetype of Globalization. In: International Conference on Business and Technology. Springer, Cham, 2022. p. 123 – 140. {in English}

26. Sorokina L.V. Informatsiini tekhnolohii yak instrument optymizatsii upravlinnia zbalansovanym ekonomichnym rozvytkom pidpryiemstva. Aktualni problemy ekonomiky. 2007. № 10. pp. 189 – 197. {in Ukrainian}

27. Teoretyko-metodychni zasady doslidzhennia biznes-protsesiv u pidpryiemnytstvi. N.A. Volkova, R.M. Volchek, O.M. Haidaienko ta in. Odesa: PPTs «Belka». 2019. 169 c. {in Ukrainian}

28. Zeltser R.Ia., Kolot M.A., Panasiuk I.O. Praktyka zastosuvannia droniv pry realizatsii budivelnykh proektiv v Ukraini. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn. 2018. №.35. S.151–154. {in English}

29. Tugai O.A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. 136 p. {in English}

30. Nikolaiev V. P. Technical and economic aspects of real estate properties: collective monograph. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. 124 p. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.339-351
УДК: 69.003.12
кандидат економічних наук **Вахович І.В**.,
inna.vahovich@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8486-759X,
Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України,
доктор філософії з економіки будівництва **Дем'яненко О.О.,**
sashademyan@ukr.net, ORCID: 0000-0002-7345-3559,
ТОВ «Енерго Інжинринг», Київська область, м. Біла Церква,
Богатюк Д.В., kalashnikov_dp@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9065-8994,
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ ІНЖИНІРИНГОВИХ ПОСЛУГ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОБЄКТУ

Здійснено узагальнення та аналіз методів визначення вартості інжинірингових послуг у будівництві. Методами дослідженні є контент-аналіз – для пошуку інформації щодо методів ціноутворення на проектні роботи та інжинірингові послуги, аналіз і синтез – вибір методів ціноутворення на проектні роботи та інжинірингові послуги, для теоретичного узагальнення методичних підходів до ціноутворення в зазначених напрямках.

У світовій практиці існує три основних методи розрахунку вартості інжинірингових послуг в будівництві (інженер-консультанта): одноразова плата; часова ставка; відсоткова плата. Аналіз міжнародної практики підходів до визначення вартості послуг інженерів-консультантів, досвід власної інжинірингової діяльності дозволили визначити, що в області передпроектних, проектних послуг, адміністрування, управління будівництвом, технічного нагляду рекомендовано застосовувати усі три методи оплати праці інженера-консультанта, тоді як при наданні консалтингових послуг, тендерних закупівель, вирішення спорів та арбітражу – часову ставку або одноразову плату.

Метод «часової ставки» є універсальним і може бути застосованим на будь-якому етапі життєвого циклу інвестиційно-будівельного проекту. Основною складністю застосування цього методу є необхідність розроблення детальної програми робіт інженера. Базою для визначення трудомісткості виконання робіт мають бути внутрішньофірмові нормативи, визначені на основі аналізу «найкращих практик», інформації щодо тривалості виконання аналогічних робіт конкурентами та власних спостережень.

Запропоновано розробити відсоткові показники, що будуть диференційовані в залежності від масштабу та складності проекту. Мірилом

масштабності проекту є вартість будівництва (за главами 1-9 зведеного кошторисного розрахунку), а складності - клас наслідків (відповідальності) об'єкта (СС1, СС2 та СС3).

Ключові слова: методи ціноутворення; формування вартості; інженер-консультант; проектно-кошторисна документація; життєвий цикл обєкту; клас наслідків (відповідальності); вартість будівництва; кошторисна вартість; учасники будівництва; вартість проектних робіт; вартість інжинірингових послуг; одноразова плата; часова ставка; відсоткова плата.

Постановка проблеми, її актуальність та новизна. Ніколаєв В.П. та інші [1] доводять, що за останніх півтора століття, на базі економічної теорії виросли і поширились прикладні фінансова і управлінська науки, які у питаннях ціноутворення пішли далі, ніж калькуляція, ретроспективний аналіз, облік і нормування витрат і прибутку, виробивши цілий арсенал методів управління витратами, або проектування вартості (Cost Engineering), проектування цінності, корисності, або функціонально-вартісний аналіз (Value Engineering), оцінки вартості життєвого циклу (Life Cycle Costing), управління проектами (Project Management), управління якістю (Total Quality Management), тощо. Таким чином, можна стверджувати, що загальна спрямованість управління будівництвом явно змістилася з проектування технології і організації будівницва, з ціноутворення як грошового відображення ресурсів - до управління вартістю - з одного боку, як витратами ресурсів (Cost), а з іншого боку, як корисністю, або цінністю продукції (Value). Задачами ціноутворення в контексті управління вартістю для суб'єктів ринку стали відповідно - максимізація прибутку за рахунок мінімізації індивідуальних витрат відносно норм, а також максимізація прибутку за рахунок підвищення ціни як цінності продукції для споживача. Іншими словами, прибуток можна отримати, зменшуючи витрати у будівництві, демонструючи клієнту збільшення вигод при користуванні. Тому актуальним напрямком досліджень є вивчення факторів, які можуть впливати на вартість інжинірингових послуг у будівництві та розробка рекомендацій щодо ціноутворення у цьому напрямку.

Аналіз останніх публікацій. Переважна більшість досліджень та наукових робіт щодо питань інжинірингових послуг здійснюється в розвинутих країнах світу (Канада, Великобританія, Австралія, Сполучені Штати, Японія).[2,3,4,5,6] В Україні ці питання досліджують: Ніколаєв В.П., Ніколаєва Т.В., Куйбіда В.С., Січний С.Б [1,11], О.М. Галінський, І.В. Вахович[12] , Непомнящий О.М., Гаврилов А.В., Медведчук О.В., Хараїм, І.В.[18], Бєлєнкова О.Ю[7,16], Цифра Т.Ю.[10], Лишенюк В.К.[8], Сорокіна Л.В.[9], Гойко

А.Ф[13,15,17]., Закорко П.П., Вершигора Д.М., Бабійчук Р.А.[14], Моголівець А.А.[16], Ізмайлова К.В., Гриценко О.С.[17]

У зазначених країнах різними асоціаціями розроблені методичні документи, в яких вказані основні принципи визначення вартості інжинірингових послуг в будівництві. В Україні на даний час відсутня методика, та яка дозволяє системно визначити вартість інжинірингових послуг в будівництві на різних стадіях життєвого циклу обєкту

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є аналіз і узагальнення методичних підходів до визначення вартості інжинірингових послуг у будівництві.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети, у статті використано наступні методи дослідження: контент-аналіз – для пошуку інформації щодо методів ціноутворення на проектні роботи та інжинірингові послуги, аналіз – вибір методів ціноутворення на проектні роботи та інжинірингові послуги, синтез – для теоретичного узагальнення методичних підходів до ціноутворення в зазначених напрямках.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Замовник може з різним ступенем агрегованості підійти до залучення учасників для реалізації проекту, що відобразиться у відповідних договорах на роботи і послуги. Наприклад, залучити інжинірингову компанію для реалізації всього проекту «під ключ»; придбати ділянку і залучити інжинірингову компанію для решти функцій; придбати ділянку, замовити проектну документацію, визначити генпідрядника, самому, або за допомогою девелоперської компанії виконувати функції замовника, тощо. У різних випадках йтиметься про різні обсяги робіт за підрядним контрактом, різні потреби у капіталі, різні ризики, а отже різні ціни. Тому, ціноутворення вимагатиме структуризації відповідної первинної інформації та спеціалізації певних управлінських функцій на її обробці і використанні. Подібно до того, як замовник наймає фахового підрядника для фізичного процесу будівництва, він наймає фахового менеджера з управління вартістю – інженера-консультанта задля мінімізації ризиків, витрат та максимізації цінності.

На цьому прикладі можна помітити новий для нас поділ робіт і послуг у будівництві на такі, що викликані безпосередньо технологією і організацією будівельного процесу (проектування, постачання, будівництво) і такі, що в ринкових умовах викликані доцільністю додаткових функцій маркетингу, аналізу, контролю задля вибору кращих учасників, скорочення строків будівництва, економії ресурсів, тобто інвестування в управління витратами і збільшення цінності будівництва, а також можливість здійснювати досудове

врегулювання спорів (медіації та варіації). Цю нову функцію можна узагальнити як «інжиніринг вартості (проектування, що поєднує інженерні і фінансові рішення)», а для її реалізації вже створено в Україні нову інституцію – «інженер-консультант в будівництві» та забезпечується імплементація в нормативну базу.

То ж, ціноутворення як процес управління вартістю (корисністю), відкриваючи відповідну інформацію замовнику, має призвести з його боку до підвищення попиту і ціни на максимально корисні або ефективні проектні рішення, наприклад, обґрунтовано енергоефективні або «зелені» будівлі. Для держави – це проекти з оптимальною вартістю життєвого циклу. Будівельні компанії, задовольняючи цей попит і конкуруючи за замовлення, будуть змушені шукати технологічні і управлінські шляхи зменшення власних витрат порівняно з середніми витратами, впливаючи відтак на прибуток і на динаміку нормативів витрат і цін. Таким чином, завдяки механізму ціноутворення, досягатиметься стійка рівновага попиту і пропозиції, вартості, ціни і прибутку будівельної компанії, в т.ч. виникає необхідність розробки окремого механізму управління ціноутворенням інжинірингової компанії, як окремого суб'єкту господарювання, що залучається до інвестиційно-будівельного процесу на всіх стадіях життєвого циклу об'єкту.

У світовій практиці існує три основних методи розрахунку вартості інжинірингових послуг в будівництві (інженер-консультанта):

- одноразова плата;
- часова ставка;
- відсоткова плата.

Одноразова плата рекомендується у випадках, коли обсяг послуг і графік виконання робіт є чітко визначений, ймовірність змін мінімальна. Вартість, як правило, визначається шляхом оцінки витраченого часу, необхідного для завершення проекту, помножена на відповідну часову ставку або на основі досвіду, раніше завершених проектів аналогічного масштабу та складності. Інженер сам приймає на себе ризики виконати роботу протягом усього терміну за договірну одноразову плату [5].

При укладанні договору з Інженер-консультантом розрахунок вартості послуг може бути виконаний шляхом застосування всіх перелічуваних методів – для кожної з послуг обирається метод ціноутворення, що найбільш прийнятний для сторін договору на етапі його укладання.

Часова ставка – передбачає вираження вартості послуг виходячи з трудомісткості та їх вартості, дає можливість подолати багато невизначеностей, які часто існують на початку проекту. Часова ставка охоплює загальну вартість робіт, включаючи надбавки до загальновиробничих витрат понесених

інженером-консультантом у рамках звичайних бізнес-операцій, у тому числі витрати на управління, а також виплати адміністративному, канцелярському та секретарському персоналу [2].

Відсоткова плата – використовується у проектах з достатньо визначеною сферою послуг інженер-консультанта. Вартість консультативних/ консалтингових послуг інженера-консультанта розраховується на основі відсотків від вартості виконаних робіт, за які безпосередньо інженер-консультант несе відповідальність

При використанні цього методу плата не залежить від кількості годин, витрачених на проект.

За допомогою цього методу зручно розраховувати оплату праці інженера-консультанта по відношенню до вартості основних робіт, визначити загальну точку відліку та згодом скорегувати цю плату залежно від фактичної вартості робіт [2].

У договорі, зокрема передбачається приймання вартості будівництва на основі кошторису встановленого на початку проекту або коригування фактичної вартості по завершенню будівництва [3].

У книзі FIDIC «Definition of services guidelines. Building construction» представлена таблиця D4 (рисунок 1), яка за допомогою відсоткового метода допомагає орієнтовно визначити вартість послуг з моніторингу об’єкта (технічний нагляд), для якого розроблено п’ять рівнів складності. Там же зазначено, що фактичні відсотки можуть відрізнятися в залежності від типу проекту та його складності.

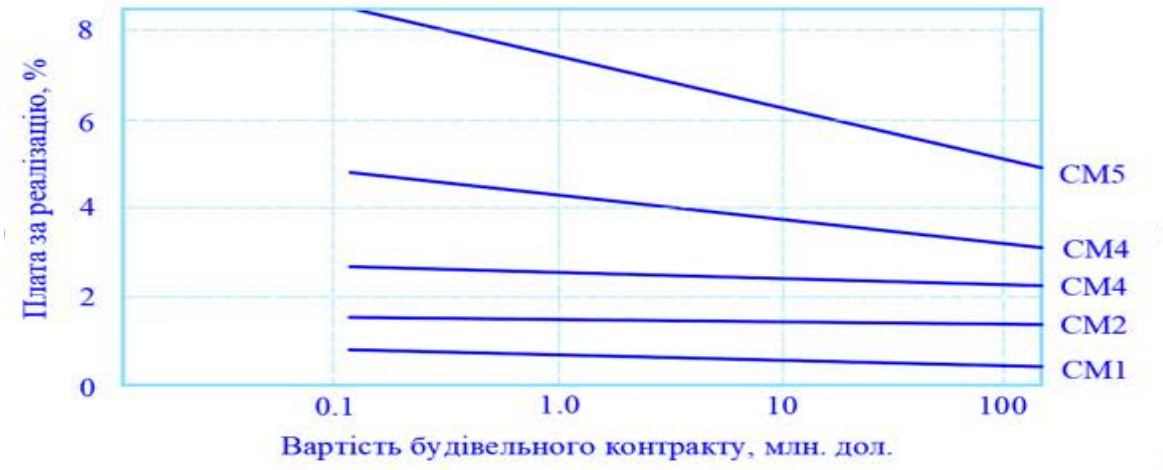


Рис. 1. Вартість послуг (%, від вартості проекту) для п’яти рівнів будівельного моніторингу об’єкту. Джерело: [4]

Товариство професійних інженерів Онтаріо (OSPE) на основі зібраних даних, наданих професійними інженерами-консультантами, даних опитувань та

клієнтів розробила два види показників вартості у відсотках від вартості будівництва, таблиця 1.

Таблиця 1.

Показники вартості інжинірингових послуг у відсотках від вартості будівництва

Вартість будівництва	Інженерне проектування (тільки послуги), %	Послуги з інженерного проектування, управління проектами та контрактом
Менше 500 000 $	Слід використовувати інший метод визначення вартості	
500 000 $ - 1 000 000$	6,2	23
1 000 000 $ - 2 000 000$	5,7	20
2 000 000 $ - 5 000 000$	5,2	18
5 000 000 $ - 10 000 000$	5,0	16
Більше 10 000 000$	4,6	14

Джерело: [5].

Дані відсоткові показники рекомендують застосовувати для типових проектів у яких обсяг інженерних послуг було встановлено і дуже чітко визначено.

Асоціація інженер-консультантів Шрі-Ланки (ACESL), на основі відсоткового методу, дозволяє визначити орієнтовно вартість консультаційних послуг від вартості проектних робіт (рисунок 2).

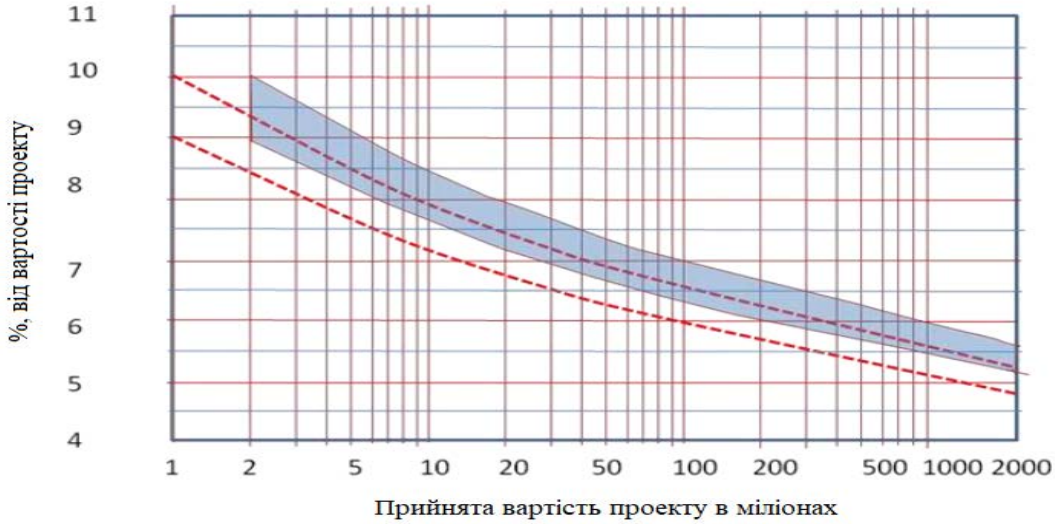


Рис. 2. Розрахункова плата за консультаційні послуги від вартості проектних робіт (лінії запропоновані в 2005 р, замальований діапазон з 2011 р.). Джерело: [6]

Міждержавна гільдія інженерів консультантів України(МГІК), на основі розробленого ними переліку базових послуг підготовила орієнтовне відсоткове віднесення вартості послуг до вартості будівельних робіт (таблиця 2.2.).

Таблиця 2.

Відсотковий показник вартості послуг інженер-консультанта

№	Послуги	Орієнтовне відсоткове віднесення вартості послуг до вартості будівельних робіт
1	Передпроектна стадія	0,9-1,0 %
2	Конкурс на проектні роботи	0,2 %
3	Стадія проектування	0,25-0,35 %
4	Конкурс на будівельні роботи	0,3
5	Зміни, пов'язані з реалізацією Проекту	0,5-0,6 %
6	Технічний нагляд за будівництвом	1,5-1,95 %
7	Спори, варіації, медіація	0,3-0,35 %
8	Адміністрування Проекту (функції «Замовника»)	1,0-1,1 %

Джерело: [6]

Аналіз закордонного досвіду та власна практика здійснення інжинірингової діяльності, свідчить про наявність залежності вартості послуг інженера-консультанта та вартості будівництва, яка може бути виражена у відповідному відсотковому показнику. У деяких країнах відсотковий показник, за яким може бути визначена вартість послуг інженера-консультанта, розраховують в залежності від вартості проектних робіт.

Вибір вищезазначених методів для оплати інжинірингових послуг залежить від області послуг в умовах проекту.

Аналіз міжнародної практики підходів до визначення вартості послуг інженерів-консультантів, досвід власної інжинірингової діяльності дозволили визначити, що в області передпроектних, проектних послуг, адміністрування, управління будівництвом, технічного нагляду рекомендовано застосовувати усі три методи оплати праці інженера-консультанта, тоді як при наданні консалтингових послуг, тендерних закупівель, вирішення спорів та арбітражу – часову ставку або одноразову плату.

Так, на нашу думку метод «часової ставки» є універсальним і може бути застосованим на будь-якому етапі життєвого циклу інвестиційно-будівельного проекту. Основною складністю застосування цього методу є необхідність розроблення детальної програми робіт інженера.

Програма робіт інженера-консультанта має включати детальний перелік робіт (послуг), що будуть виконані (надані) в рамках проекту (договору). Для визначення вартості послуг така програма має містити трудомісткість виконання кожного виду робіт (надання послуг).

Базою для визначення трудомісткості виконання робіт мають бути внутрішньофірмові нормативи, визначені на основі аналізу «найкращих

практик», інформації щодо тривалості виконання аналогічних робіт конкурентами та власних спостережень.

В Україні, на разі вартість послуг інженера-консультанта визначається відсотковим показником 3-5,5% від суми глав 1-9 зведеного кошторисного розрахунку. Даний відсотковий показник є сталим, його розмір не залежить від обсягу проекту, мірилом якого є вартість будівництва об'єкта вцілому.

Саме тому, запропоновано розробити відсоткові показники, що будуть диференційовані в залежності від масштабу та складності проекту. Мірилом масштабності проекту є вартість будівництва (за главами 1-9 зведеного кошторисного розрахунку). а складності проекту клас наслідків - СС1, СС2 та СС3.

Обґрунтуванням того, що саме клас наслідків (відповідальності) об'єкта доцільно використовувати при диференціації проектів будівництва за складністю є наступним:

- для кожного об'єкта, зокрема й тих, що входять до складу комплексу (будови), необхідно визначити клас наслідків (відповідальності), що регулюється Законом України №32 від 17 лютого 2011 року № 3038-VI «Про регулювання містобудівної діяльності»;
- клас наслідків (відповідальності) визначається виходячи з чітких критеріїв, визначених в ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)», які дозволяють попередньо оцінити клас наслідків об'єкта ще на передпроектній стадії. В результаті клас наслідків вказується замовником у завданні на проектування, уточнюється головним інженером проекту під час проектування відповідним розрахунком;
- згідно вимог чинного законодавства клас наслідків (відповідальності) об'єкту визначає склад та зміст проекту на будівництво, стадійність проекту, порядок проходження експертизи проекту та її необхідність, порядок отримання дозволу на будівництво, здачі об'єкта в експлуатацію.

Таким чином, показник класу наслідків (відповідальності) в Україні дійсно відображає розрізненість умов реалізації інвестиційно-будівельних проектів, складність яких, таким чином, може бути врахована при визначенні вартості послуг інженера-консультанта.

Підхід щодо диференціації усереднених показників від вартості будівництва не є новим для України. Так, згідно з ДСТУ Б. В. 1.1-7 «Правила визначення вартості проектних робіт та експертизи проектів будівництва» вартість проектних робіт та експертизи проектів визначають із застосуванням усереднених відсоткових показників вартості проектних робіт від вартості будівельно-монтажних робіт для будівництва в залежності від класів наслідків

(відповідальності). Зміст відсоткового методу полягає в тому, що вартість послуг виражена у відсотках (%), від вартості будівельних робіт. Але, з нашого практичного досвіту, при визначенні вартості послуг інженера-консультанта на початковому етапі інвестиційно-будівельного проекту, коли кошторисна документація відсутня або розроблена не в повному обсязі, виникає проблема у визначенні достовірної вартості саме будівельних робіт на цій стадії.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На різних етапах підготовки і реалізації будівельних проектів формуються кошторисна вартість, договірна ціна, балансова та ринкова вартості об'єктів. Кошторисна вартість – формується на етапі проектування (передпроектній і проектній стадіях) і орієнтовно визначає розрахунковий рівень майбутніх витрат інвестора і доходів (витрат і прибутку) підрядника при виконанні передбачених графіками робіт. Договірна ціна - формується на етапі підготовки і підписання договору між замовником і підрядником на основі кошторисної вартості і може значно відрізнятися від неї залежно від цін на ринку ресурсів, співвідношення попиту і пропозиції, договірних умов і порядку фінансування, тривалості будівництва тощо, а основне, з нашої точки зору, – цінності, корисності об’єкта для конкретного замовника.

Формуючи методичні підходи до розробки усереднених відсоткових показників для визначення вартості послуг інженер-консультанта, які будуть залежати від класів наслідків (відповідальності), доцільно з використанням економіко-математичних методів, зокрема за допомогою кореляційно-регресійного аналізу. Аналіз досвіду міжнародних інжинірингових асоціацій, об’єднань та компаній показав, що для більш точного визначення вартості послуг інженер-консультанта необхідно враховувати різноманітні фактори, які під час реалізації проекту зможуть суттєво вплинути на вартість робіт/послуг.

Література

1. Ніколаєв В.П., Ніколаєва Т.В., Куйбіда В.С., Січний С.Б. та ін. Будівельне інформаційне моделювання в управлінні життєвим циклом об’єктів: монографія / За ред. д-ра екон. наук В.П. Ніколаєва. Ів.-Франк.: В-во «Ярина», 2018.

2. Engineering Council of South Africa. Engineering Profession Act (46/2000): Guideline for Services and Processes for Estimating Fees for Persons Registered in terms of the Engineering Profession. South Africa. 2014. URL: http://surl.li/nijgu

3. Association of Consulting Engineering Companies – British Columbia and The Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia (Engineers and Geoscientists BC). Budget Guidelines for Consulting Engineering Services. British Columbia, 2009. URL: : http://surl.li/nijgp

4. Посібник FIDIC «Definition of services guidelines. Building construction».

5. Ontario Society of Professional Engineers (OSPE). Fee guideline. Ontario. 2015. URL: http://surl.li/nijhd

6. IESL guideline structure for engineering consultancy fees URL: http://surl.li/nijim

7. Бєлєнкова О.Ю. Стратегія та механізми забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств на основі моделі сталого розвитку: монографія. Київ: Ліра-К, 2020. 512 с.

8. Лишенюк В.К. Спеціальні ознаки суб'єктів консалтингової діяльності. Молодий вчений, 2022.

9. Sorokina L.V. et al. Econometric tools for financial security management of construction companies. Kyiv. KNUBA. 2017. 404 p.

10. Цифра Т.Ю. Формування початкової максимальної ціни будівельного контракту при будівництві доступного житла. Будівельне виробництво. 2014. № 57. С.80 – 83

11. Nikolaiev V.P. Technical and economic aspects of real estate properties : collective monograph. Lviv-Toruń : Liha-Pres, 2019. 124 p.

12. Галінський О.М., Вахович І.В., Цифра Т.Ю. Міжнародна практика формування договірних відносин в будівництві. Будівельне виробництво. №54, 2012. №5. С. 3 – 7.

13. Сорокіна Л.В., Гойко А.Ф. Методичний підхід до оптимізації витрат будівельних підприємств в умовах невизначеності *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2014. No 31. С.76-84.

14. Закорко П.П., Вершигора Д.М., Бабійчук Р.А. Підходи до формування вартості будівельних робіт виконуваних вітчизняними будівельними підприємствами за межами України. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, 2018, № 36. С. 27-32.

15. Сорокіна Л.В., Гойко А.Ф., Скакун В.А. До проблеми вдосконалення методів прогнозування вартісних показників житлового будівництва. Будівельне виробництво. 2015. No59. С. 7-16.

16. Моголівець А.А., Беленков А.Ю. Особливості укладання договорів підряду, визначення вартості робіт та проведення взаєморозрахунків по об'єктах будівництва, фінансування яких здійснюється за рахунок міжнародних організацій. Будівельне право: збірник праць. 2018. С.264-269.

17. Гойко А.Ф., Ізмайлова К.В., Гриценко О.С.та ін. Складання кошторисної документації за допомогою укрупнених показників: навч. посібник, К.: КНУБА, 2010.144 с.

18. Непомнящий О.М., Гаврилов А.В., Медведчук О.В., Хараїм, І.В. Інженер-консультант: суб'єкт господарювання і фахівець. *Вісник будівельника*. 2018. № 2 (5). С. 4–14. URL: http://surl.li/nijgy

Candidate of Economics, Associate Professor **Vakhovych Inna,**
Ministry of Infrastructure of Ukraine,
PhD **Demianenko Oleksander**, LLC «Energo Engineering», Ukraine,
PhD student **Bohatiuk Danylo**
Kyiv National University of Construction and Architecture

METHODICAL APPROACHES TO DETERMINING THE COST OF ENGINEERING SERVICES AT DIFFERENT STAGES OF THE OBJECT'S LIFE CYCLE

The article summarizes and analyzes the methods of determining the cost of engineering services in construction. The research methods are content analysis - to find information on pricing methods for design works and engineering services, analysis and synthesis - selection of pricing methods for design works and engineering services, for theoretical generalization of methodical approaches to pricing in the specified areas.

In world practice, there are three main methods of calculating the cost of engineering services in construction (consulting engineer): one-time fee; time rate; interest charge. Analysis of the international practice of approaches to determining the cost of the services of consulting engineers, the experience of own engineering activities allowed us to determine that in the field of pre-project, project services, administration, construction management, technical supervision, it is recommended to use all three methods of payment for the work of a consulting engineer, while when providing consulting services services, tender procurement, dispute resolution and arbitration - time rate or one-time fee.

The "time rate" method is universal and can be applied at any stage of the life cycle of an investment and construction project. The main difficulty of using this method is the need to develop a detailed program of the engineer's work. The basis for determining the labor-intensiveness of work should be internal company standards, determined on the basis of the analysis of "best practices", information on the duration of similar work performed by competitors, and own observations.

It is proposed to develop percentage indicators that will be differentiated depending on the scale and complexity of the project. The scale of the project is measured by the cost of construction (according to chapters 1-9 of the consolidated

estimate), and the complexity is the class of consequences of the object (CC1, CC2, CC3).

Keywords: pricing methods; formation of value; consulting engineer; design and estimate documentation; project life cycle; class of consequences (responsibility); the cost of project works; cost of engineering services; one-time fee; time rate; interest charge.

REFERENCES

1. Nikolaev V.P., Nikolayeva T.V., Kuybida V.S., Sichny S.B. etc. Building information modeling in the management of the life cycle of objects: a monograph / Ed. Dr. Econ. of Sciences V.P. Nikolaev. Iv.-Frank.: "Yaryna", 2018. {in Ukrainian}

2. Engineering Council of South Africa. Engineering Profession Act (46/2000): Guideline for Services and Processes for Estimating Fees for Persons Registered in terms of the Engineering Profession. South Africa. 2014. URL: http://surl.li/nijgu. {in English}

3. Association of Consulting Engineering Companies - British Columbia and The Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia (Engineers and Geoscientists BC). Budget Guidelines for Consulting Engineering Services. British Columbia, 2009. URL: http://surl.li/nijgp. {in English}

4. FIDIC manual "Definition of services guidelines. Building construction".

5. Ontario Society of Professional Engineers (OSPE). Fee guideline. Ontario. 2015. URL: http://surl.li/nijhd. {in English}

6. IESL guideline structure for engineering consultancy fees URL: http://surl.li/nijim {in English}

7. Belenkova O.Yu. Strategy and mechanisms for ensuring the competitiveness of construction enterprises based on the model of sustainable development: monograph. Kyiv: Lira-K, 2020. 512 p. {in Ukrainian}

8. Lysheniuk V.K. Special characteristics of subjects of consulting activity. Young scientist, 2022. {in Ukrainian}

9. Sorokina L.V. et al. Econometric tools for financial security management of construction companies. Kyiv. KNUBA. 2017. {in Ukrainian}

10. Tsyfra T.Yu. Formation of the initial maximum price of the construction contract in the construction of affordable housing. Construction production. 2014. No. 57. P.80-83 {in Ukrainian}

11. Nikolaiev V.P., Hryhorovskyi P.Ye., Khyzhniak V.O., Ryzhakova G.M., Bielienkova O.Yu., Molodid O.S. Technical and economic aspects of real estate properties: collective monograph. Lviv-Torun : Liha-Press, 2019. 124 p. {in English}

12. Galinsky O.M., Vakhovich I.V., Tsyfra T.Yu. International practice of forming contractual relations in construction. Construction production. No. 54, 2012. P. 3 – 7. {in Ukrainian}

13. Sorokina L.V., Goyko A.F. Methodical approach to cost optimization of construction enterprises in conditions of uncertainty Ways to increase construction efficiency in the conditions of formation of market relations. 2014. No. 31. P.76-84. {in Ukrainian}

14. Zakorko P.P., Vershigora D.M., Babijchuk R.A. Approaches to the formation of the cost of construction works performed by domestic construction enterprises outside Ukraine. Ways of increasing the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations, 2018, Vol. 36. P. 27-32. {in Ukrainian}

15. Sorokina L.V., Goyko A.F., Skakun V.A. To the problem of improving the methods of forecasting the cost indicators of housing construction. Construction production. 2015. No. 59. P. 7-16. {in Ukrainian}

16. Mogolivets A.A., Belenkov A.Yu. Peculiarities of concluding subcontracts, determining the cost of works and carrying out mutual settlements on construction sites, the financing of which is carried out at the expense of international organizations. Construction law: collection of works. 2018. P.264-269. {in Ukrainian}

17. Goyko A.F., Izmailova K.V., Hrytsenko O.S. and others. Compilation of estimate documentation using aggregated indicators: training. manual, K.: KNUBA, 2010.144 p. {in Ukrainian}

18. Nepomniachy O.M., Gavrilov A.V., Medvedchuk O.V., Kharaym, I.V. Consulting engineer: business entity and specialist. Builder's Herald. 2018. No. 2 (5). P. 4–14. URL: http://strategia.gov.ua/wp-content/uploads/2018/05/stattia-inzhener-konsultant.pdf {in Ukrainian}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.352-369
УДК 304.2:322
к. філос. н., доцент **Євдокимова Т.В.**,
ievdokimova.tv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3315-579X,
к. філос. н., доцент **Шарипін А.В.**,
slega@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0327-2741,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ДЕМОКРАТИЧНІ ЦІННОСТІ І ХРИСТИЯНСТВО

Розглянуто вплив християнства на формування ціннісних засад демократії, на становлення системи демократичних прав, свобод і громадянського суспільства. Проаналізовано теорію християнської і ліберальної демократії, а також вплив усталених норм і свобод демократичного суспільства на виникнення християнського соціального вчення, зміну образу церкви в сучасному світі, на духовне визначення громадян вцілому.

Ключові слова: демократія; свобода совісті; лібералізм; християнська демократія; християнське соціальне вчення; демократичні цінності; справедливість; солідарність; система прав і свобод

Постановка проблеми.

Соціокультурні виміри демократії набувають особливого, іноді доленосного значення у суспільствах перехідного типу, тих, що тільки но вступають на шлях демократії Демократизація суспільства, це не тільки законотворча, політико-юридична діяльність, а и сприяння усвідомленню громадянами власних і чужих інтересів, свободи і гідності, шануванню норм суспільно-політичної взаємодії.

Система демократичних прав і свобод найчастіше пов’язується з секуляризацією, звільненням суспільства і держави від впливу церкви, але ціннісна основа демократії, основоположні свободи, в тому числі і свобода совісті і віросповідання мають своє підґрунтя в релігії, зокрема, християнстві. Поштовх до свободи віросповідання, як доведено багатьма дослідниками, походив від протестантських сект. М. Вебер визначав, що релігія здатна діяти як один з чинників соціальної динаміки, і що Реформація і протестантизм сприяли пробудженню духу підприємництва і заклали основи ринкової економіки.

Основні напрями сучасної демократії наголошують на духовній основі своїх ідеологій. Відомий німецький філософ і соціолог Ю. Габермас підкреслює, що такі ідеї, як захист прав людини, демократія, свобода виходять з іудейської етики справедливості і християнської етики любові. Водночас

секуляризація не до кінця впоралась з задачею легітимації соціального порядку і потребує допомоги з боку релігійної духовності, що стало явним в постсекулярну добу сучасності.

З іншого боку реалізація прав і свобод віруючих забезпечуються правовою основою демократії. Стан демократії в сучасному суспільстві пов'язаний також з існуванням системи незалежних від держави об'єднань суверенних індивідуумів і вільно встановлених зв'язків між ними — громадянським суспільством. Значне представництво в цьому суспільстві мають церковні громади і різноманітні суспільно-церковні об'єднання. Проблеми формування громадянського суспільства знаходять свій відклик у доктрині субсидіарності і солідарності християнського соціального вчення. Лібералізм, ліберальна демократія це в першу чергу питання свободи.

Актуальність проблеми не згасає у зв'язку з останніми подіями у світі: протистоянням культур, ціннісних і релігійних систем, модернізму і традиціоналізму, екологічною і духовною кризою та ін. Демократія сьогодні опиняється під натиском авторитарних, тоталітарних, фундаменталістських, ревізіоністських сил, які заперечують і знецінюють її досягнення, наголошують на її неспроможності впоратись з проблемами, що постають перед людством. Виклики, які постали перед сучасною Україною вимагають об'єктивного наукового підходу та системного аналізу цінностей сучасної демократії, співвідношення їх з національною культурою, традиційними цінностями українського суспільства, що мають і релігійне підґрунтя зокрема. Складним є питання взаємовідносин церкви і демократії: з одного боку традиційні церкви завжди тяготили до суворої ієрархії, консерватизму, традиціоналізму, з іншого в самій християнській ідеології закладені принципи справедливості, братерства, толерантності («Нема вже іудея, ні елліна, нема ні раба, ні вільного, нема ні чоловічої статі, ні жіночої, бо всі ви одно во Христі Ісусі» (До Галатів 3:26-29 Біблія), основ громадянського суспільства, в діяльності і структурі релігійних громад. Автор ставить завдання в цій статті проаналізувати ці протиріччя і взаємовпливи, використовуючи комплексний підхід в органічному поєднанні аналітичного, діалектичного, структурно-функціонального методів.

Мета статті полягає у комплексному дослідженні взаємовпливу релігійних (християнських) цінностей і цінностей сучасної демократії, еволюційні зміни в цьому процесі, прояв їх в сучасному суспільстві

Аналіз останніх публікацій і досліджень. Інтерес до демократії, її засад виник, ще в античності, але з того часу образ демократії істотно змінився, раціоналізувався, набув правових і нормативних визначень, втілився в життя в значній кількості держав. Її дослідженнями та просуванням займають міжнародні інститути і установи. Основи демократії і лібералізму були

розроблені відомими філософами і діячами Нового часу та Просвітництва (Дж. Локк, Ж.Ж. Руссо, Монтеск'є та ін.). Класичним стало дослідження демократії в Америці А. де Токвіля, утилітарний підхід до вивчення проблеми простежується у творчості Дж. Ст. Мілля, громадянське суспільство і соціальна держава аналізуються Дж. Дьюї та ін. Фундаменти сучасної теорії були закладені К. Ясперсом і К. Поппером. Науковці XX ст. досліджували демократію крізь призму соціології — Т. Парсонс і представники структурного функціоналізму. М. Вебер сформулював концепцію плебісцитарної лідерської демократії, Дж. Ролз теорії справедливості, Ю. Габермас комунікативної дії, Ф. Гаєк економічної доктрини лібералізму, проблеми сучасної християнської демократії розглядає Р. Нойхауз, ліберальної демократії Ф. Фукуяма тощо. Проблематика статті потребує міждисциплінарного підходу, тому автор спирався на дослідження вітчизняних релігієзнавців, філософів і політологів. Серед вітчизняних дослідників тих чи інших аспектів даної проблеми можна визначити А. Колодного, В. Єленського, А. Арістову, О. Сагана, Л. Філіпович, Ф. Кирилюка, М. Рибачука, М. Томенка та ін.

Виклад основного матеріалу.

Сучасна концепція демократії потребує врахування не тільки політичних, а й соціокультурних чинників, не тільки процедури демократичного управління, а й зміцнення таких соціальних реальностей, як свобода слова, правові закони, засоби інформації, асоціації, вибір різновиду діяльності, відкритість суспільства тощо. Причому саме соціокультурний контекст робить процедури можливими, а згоду тих, ким керують, реальною. За цих умов зміна образу церкви, ставлення до релігії виступає певною мірою закономірним наслідком демократизації. Духовна культура у її суспільно зафіксованому вигляді вбирає усю багатоманітність світовідчуття окремих ґруп, верств, а в даному випадку йдеться про десятки мільйонів віруючих, з невід’ємним правом на свободу совісті та вираження своїх поглядів. А. де Токвіль наголошував, що значна релігійна основа американської держави робить можливою демократичну систему. Водночас Токвіль звертає увагу на специфічний релігійний плюралізм, за якого численні християнські секти по-різному розуміють відношення "людина — Бог", але мають однакові переконання стосовно відношення "людина — людина", тобто сповідують єдиний моральний код [13, с.303-304]. Незважаючи на релігійну гетерогенність, люди об'єднані спільною системою моральних цінностей і демократичними настановами зокрема.

Свободу совісті розглядають як здатність суверенного суб’єкту до вільного, без тиску зовнішніх чинників, самовизначення в духовній сфері, можливість творчої та відповідальної самореалізації на основі ціннісного

вибору. Самореалізація. особистості в релігійно-духовній сфері потребує правового простору, соціальних і правових гарантій, які б забезпечували віруючим вільну культову діяльність. Свобода совісті має такі основні аспекти: самовизначення особистості щодо релігійних цінностей і відповідне зовнішнє релігійне самовираження на їх основі. Важливо, що в центрі проблеми свободи совісті поставлена віруюча людина, особистість. На сьогодні людство виробило правові стандарти свободи совісті, які отримали міжнародне визнання. Саме ці демократично окреслені права та гарантії свободи особистості мають становити основу наших законодавчих актів про свободу совісті з урахуванням традицій і національних особливостей. Протягом останніх десятиліть відбулися радикальні зміни у країнах Східної Європи. У конституціях багатьох країн, а також у законодавчих актах, які мають конституційну силу, забезпечені нові гарантії свободи релігії. Ми живемо в світі, який ставиться до ідеї релігійної свободи значно більш позитивно. Мали місце і зміни теологічного характеру: більша чутливість до релігійної свободи в рамках релігійної традиції (II Ватиканський Собор визнав необхідною потребу поважати релігійну свободу як передумову захисту людської гідності). Звернення до загальнолюдських цінностей, захисником яких впродовж віків була і релігія, робить політику більш демократичною, розширюється коло індивідуальних свобод, найважливішою з яких є свобода совісті.

Сьогоднішній світ в черговий раз став свідком конфронтації культур. Один з цих конфліктів бере початок з часів Реформації, коли виникло протистояння між протестантизмом і католицизмом. Концепція релігійної свободи була заснована тими, хто намагався побороти ворожнечу, яка виникла внаслідок цього розмежування, що правда шлях до цього був складний і кривавий. Спостерігаємо також розмежування культур півночі і півдня, розкол між східним і західним християнством, консерватизмом і демократією. Ще одна платформа зіткнення — це просвітницький секуляризм. Посилення в сучасному світі християнського та мусульманського фундаменталізму можна вважати реакцією на нього. Іудейська платформа і далі стикається з іншими світовими релігіями і культурами: зіткнення на Близькому Сході, трагедія голокосту. На сході великий вплив мають східні релігії — буддизм, сикхізм, індуїзм, де також виникають конфлікти. Вчорашні відносно світські держави, прагнуть визначити релігію як державну ідеологію (раніше Пакистан, Іран, Афганістан, а нині Туреччина, Індія та ін.). Якщо не буде винайдено способів усунення тертя між цими платформами, то нам, напевно, доведеться і далі бути свідками ескалації збройних конфліктів. Релігійна свобода, демократичні цінності — це один із ключів, який відчиняє двері до взаєморозуміння.

Демократичність політичного ладу значною мірою визначається станом політичної культури людей, шануванням ідеалів свободи, справедливості, порядку. Стан демократії в сучасному суспільстві пов'язаний насамперед з існуванням системи незалежних від держави об'єднань суверенних індивідуумів і вільно встановлених зв'язків між ними — громадянським суспільством. Сформоване на засадах плюралізму, лібералізму, толерантності таке суспільство спроможне протистояти як етатистським тенденціям з боку держави, так і анархізму з боку громадян. Відкрите суперництво суспільних інтересів ініціює політичний процес, який сприяє втіленню загальносоціального інтересу. Щоб демократизувати суспільство, необхідно займатися не тільки законотворчою, політико-юридичною діяльністю, а и сприяти усвідомленню людьми власних і чужих інтересів, свободи і гідності, шануванню норм суспільно-політичної взаємодії.

З прагненнями до свободи, демократії, гуманізму пов'язаний лібералізм, який має сьогодні значний вплив, велике поширення та популяризацію у посткомуністичних країнах. Лібералізм ґрунтується на визначенні пріоритету прав особи, яка є вищою цінністю порівняно з колективом, державою і своє коріння має в гуманізмі. Цей світогляд закріплює визначення недоторканності приватної власності, гарантії прав та свобод особи. В лібертаріанській формі репрезентує ідею вільного ринку і економічної свободи. Він будується на засадах метафізики індивідуалізму: індивід є автономним, суверенним законодавцем для самого себе. Кожна особистість самостійно будує план свого життя, обирає спосіб дії, формує уявлення про те, що можна називати «добрим життям». Існує певний життєвий суверенітет, володіючи яким, особистість формує структуру власних пріоритетів і переваг. Основне фундаментальне право людини — бути вільною. А свобода — це, насамперед відсутність обмежень, які накладаються природою чи державою. Ф. Гайєк, відомий економіст і філософ вважав, що демократія не можлива без капіталізму, а економічна свобода є передумовою для будь-якої іншої свободи. Для лібертаріанців держава більш прийнятна ніж анархія, але держава повинна бути «мінімальною». Треба зробити уточнення, що в ліберальній демократії політична група, що знаходиться при владі, — правляча партія — не зобов'язана поділяти усі аспекти ідеології лібералізму (вона може підтримувати і соціал-демократію). Однак вона зобов'язана підкорятись принципу верховенства закону.

Гуманістична і демократична теорія справедливості висуває такі основні вимоги: відмову від «природних» привілеїв, принцип індивідуалізму, захист державою свободи своїх громадян. Відомий протестантський теолог Р. Нібур так сформулював своє відношення до демократії: "Здатність людини до

справедливості робить демократію можливою, схильність людини до несправедливості робить її необхідною". [5] К. Поппер доводив, що обстоювання ліберальних цінностей сьогодні неможливе без постійного державного втручання в суспільне життя. «Моя теорія, будучи ліберальною, все ж не проголошує політики жорсткого невтручання. Лібералізм і втручання держави не суперечать одне одному — навпаки, свобода, вочевидь, неможлива, якщо її не гарантує держава» [12, с.150].

Ліберальні течії умовно можна поділити на два напрями, лібертаристи-прагматики і принципові лібертаристи. Прагматики підтримують ідею «мінімальної» держави. Ф. Гаєк писав, шо, якщо ми хочемо задовольнити бажання людей, то треба надавати державі меншого значення порівняно з ринком, який потребує всієї можливої інформації про характер устремлінь громадян. Саме це забезпечить максимальну ефективність виробництва. Посилення державного втручання в економіку має свої межі, за якими воно становить загрозу самому існуванню ринкової системи. Стверджуючи, що раціональний економічний розрахунок за соціалізму в принципі неможливий, Ф. Гаєк протиставляє йому капіталістичний ринок, пропонуючи передусім ринкові засоби регулювання економічного і політичного життя. Природний відбір витримують ті системи правил — від ідеології і релігії до способу організації виробництва, які забезпечують найкращі умови буття, найвищий рівень життя для можливо більшої кількості людей. З цих позицій розглядається і справедливість. Будь-які зовнішні способи розподілу суперечать свободі. За Ф. Гаєком, у суспільстві з вільним ринком товарів взагалі не може з'явитись ідея розподільної справедливості.

Принциповий лібертаризм розглядає права, які захищає мінімальна держава, як природні чи фундаментальні. Ідея держави пов'язується з вічним злом, бо допускає перерозподіл власності. Відомим представником цієї течії є Р. Нозік. У праці «Анархія, держава і утопія» він (як і М. Фрідман та інші представники монетаристськоі школи) виходять з того, що вільний ринок є гарантом індивідуальної свободи. [18] Більше того, ринок діє як процедурний механізм справедливості. Проте твердження лібертаризму про абсолютний пріоритет ринкових відносин часто супроводжується багатьма умовами, обмовками тощо, щоб наблизитися до більш адекватного розуміння відносин між ринком, державою, суспільством. Право може регулювати тільки важливі елементи ринкових відносин, основна ж роль належить загальноприйнятим уявленням про мораль і справедливість, добро і зло. Саме на духовну основу робить акцент лібертаристська ідеологія, підкреслюючи, що ринкові відносини між людьми —тільки частина сукупності норм, які регулюють життя соціуму.

Ліберальні ідеї виникають і структуруються у політично-економічну концепцію, яка пов'язана з необхідністю поділу влади, такої організації економічного господарювання, яка на перше місце ставить свободу та природні здібності людини. Ліберальний напрям в українській суспільній думці накреслив М. Драгоманов, який обстоював концепцію суспільства, що ґрунтується на ідеалі об'єднання гармонійно розвинутих особистостей. Своє розуміння моделі нової держави він подає в такій формулі: лібералізм в його найпослідовнішій формі, федералізм — у справах державних, демократизм — у справах соціальних, з найтвердішою гарантією, асоціацією у справах економічних, раціоналізм — у справах письменництва і наукових. Драгоманов намагався пов'язати український національний рух з європейськими ліберально-демократичними теоріями.

М. Драгоманов, який уперше в Україні системно застосував, історичний метод у релігієзнавстві і заклав основи теорії свободи совісті, зробив вагомий вклад у розв'язання питання державно-церковних відносин [2]. Для нього рівноправне розмежування, інституціональна демократія державної влади і церкви, є не лише оптимальною передумовою їх відносин, а й історично закономірним явищем, результатом багатовікової історії Європи. Мислитель обґрунтовував думку, що найкращим гарантом свободи релігійного життя є правова держава, де суспільство контролює хід і зміст державного розвитку. На його думку, тільки особа має визначити зміст і напрям своєї релігійної діяльності. Для держави — це закрита зона і неприпустима регламентація (чи стимулювання) з її боку. Водночас тільки держава спроможна і законоправна забезпечити рівноправність, законослухняність, взаємоповагу суб'єктів цієї діяльності в усіх її суспільних виявах. Якщо держава і церква, згідно з вченням М. Драгоманова, розглядаються як незалежні і рівноправні партнери та правові суб'єкти, то виникає потреба в якихось об'єктивних критеріях їхньої взаємодії. Таким критерієм вчений вважав права і свободи особистості. Дотримуватися їх мають і держава, і церква. Це був гуманістичний і демократичний підхід до державно-церковних відносин.

Українська ліберальна ідеологія ґрунтується на класичному принципі пріоритету права особи. Протоліберальні ідеї згодом сповідували І. Франко, Б. Кістяківський, своє тлумачення пропонували М. Туган-Барановський, М. Славинський. Поширення ліберальних ідей значною мірою сприяли В. Вернадський, А. Кримський. Проте теоретичні положення в українському історичному контексті не змогли набути сталого політично-економічного втілення.

На сьогодні лібералізм є поширеною світоглядною та політико-економічною концепцією. Значна частина українських політичних організацій

взяли на озброєння, згідно з їх твердженням, ліберальні ідеї. Але політологи відзначають існуючу неадекватність сучасних ліберальних структур в Україні сталим уявленням про лібералізм.

Традиційні християнські церкви знаходять протиріччя між християнським віровченням і сучасною ліберальною демократією. Зокрема вважають, що сучасний лібералізм, як продукт модерну, значною мірою був направлений проти релігії взагалі, Папа Пий IX навіть оголошував хрестовий похід проти лібералізму (1864 г.) Антиліберальні погляди більш притаманні сучасним східноєвропейським церквам, але цього не уникають і Католицька церква США і Римський престол, де відчувається помітний розкол з питань лібералізму, що стосується не тільки церкви, а і суспільства. З іншого боку, діяльність Папи Римського Іоанна Павла II сприяла демократизації як у релігійній, так і в політичній сферах. Масштабне реформування католицької церкви запустив Папа римський Франциск I – обговорюються питання висвячення і допуску до управління церквою жінок, одруження священників, хрещення трансгендерних людей, радикальне оновлення міжрелігійного співробітництва, децентралізація церкви. Частина сучасних авторів навіть зараховують сучасного папу римського Франциска до постмодерністів. [6, с.8-9]

Діалектика соціального і індивідуального завжди була джерелом людського розвитку. Вона ж є підґрунтям для тих трагічних колізій, котрі ми зустрічаймо в труднощах раціонального співвідношення індивідуальних спрямувань з соціальними цілями, досвідом, нормативами, функціонуванням інститутів і систем знань, що узагальнюють цей досвід. Історично конкретний індивідуальний розвиток не може бути зрозумілий без аналізу соціально і історично типових особливостей внутрішнього світу людини — мотивів дій, пізнавальних і емоційних процесів, що характерні для відповідних суспільних умов і впливають на психологічну структуру особистості. Змінити людину, мобілізуючи її творчі сили і здатності, не змінюючи всієї системи об’єктивних відношень між індивідом і світом, в якому вона живе, не можливо. Орієнтиром для перетворення суспільних відносин між особистістю і суспільством може бути безперервне узагальнення нового соціального досвіду, виявлення і гармонізація індивідуальних і групових інтересів і потреб. Щоб вийти з кризи, недостатньо віднайти нові стимули економічного зростання, потрібна й демократична альтернатива економічному раціоналізму, котрий нерідко породжує асоціальні проекти. Тут потрібен і пошук такої моделі майбутнього, яка б об’єднала в собі економічну ефективність з гуманістичністю. Цей пошук формує широкі передумови для єднання всіх демократичних сил, відмову від конфронтаційної політичної культури.

Першою свободою, яку відкрито почали вимагати громадяни СРСР наприкінці 80-х років, була свобода віросповідання. Віруючі були серед перших, хто підніс прапор демократії. Але згодом хвиля політичної демократії майже не супроводжувалася демократичними імпульсами в самих релігійних організаціях і богослов'і – «мовчання» православ'я з питань прав людини, не розробленість соціального вчення тощо.

Американський соціолог Т. Парсонс у межах системного функціоналізму звернув увагу на визначення релігійної організації в житті людини. Він констатував, що релігія входить щонайменше у три основні системи людського життя і виконує відповідні функції: це система особистості, соціальна система чи група, система культури. Релігія перебуває на межі систем — соціальної і культури, через релігію і її інститути цінності культури переходять у життя суспільства. (З цього, між іншим, випливає і потреба в міждисциплінарному підході до вивчення релігії). «Без сильної релігії, яка перебуває поза межами владних структур і від них незалежна, громадську свободу годі собі і уявити. Влада церкви частково врівноважує і нейтралізує владу держави». [7, с.135]

Сучасна політична ситуація призвела до того, що поняття "демократія" перейшло і на церкву. Зокрема представники протестантських церков України говорять про те, що їх громадах вибори проводяться демократично (в євангельських християн-баптистів, один з семи принципів — це те, що кожна помісна церква є незалежна, тобто вона вибирає собі пресвітера на загальних зборах), замість того, щоби вживати слово "вільно". Термінологія і поняття демократії увійшли у розуміння церкви і прихожан, вони стали політизованими. Відомий дослідник Ф. Фукуяма вважає, що в країнах третього світу протестантські церкви активно сприяють створенню середовища для просування і демократичних цінностей. [14]

Своє головне завдання інститути християнської церкви вбачають у тому, щоб через релігійну громаду впливати на суспільство в християнському дусі, формувати склад думок, мораль, поведінку і суспільний устрій. Католицька церква намагається надати громаді значення «третьої сили», здатної через зміни світу зсередини формувати «надсуспільний устрій». Таке розуміння світу втілює соціально-політична доктрина католицтва, яку теологи називають способом буття людини на землі. Християнська онтологія і соціологія обґрунтовує і відстоює захист людини, істоти виняткової, наділеної безсмертям душі. Дуалізм розуму людини (божественне і гріховне) долається, якщо людина дотримується вказівок церкви. Ця доктрина є опозицією до тоталітаризму і індивідуалізму, в ім'я добра і справедливості вона проголошує солідарність, яка має надприродний характер. Духовне життя людини оновлюється внаслідок духовної революції, яка єдина здатна змінити соціальний устрій. До такої

революції, вважають ідеологи католицизму, спрямовує ідея євангелізації світу. Ця концепція склалася поступово: починаючи з Конституції церкви, прийнятої II Ватиканським собором. Настанови собору дозволили кардинально змінити відносини з інакомислячими, проводити з ними діалог, який розглядається як один із засобів євангелізації. Врятувати людство перед лицем самознищення може лише істина віра в Христа. Політично це виглядає як досягнення впливу на життя народів, на владні структури через діалог зі світом, діалог порятунку. Водночас євангелізація мислиться і як метод збагачення віри.

Особливе місце, поряд з теоріями ліберальної демократії, соціал-демократії та ін., займає теорія християнської демократії. Біблія постає її першоджерелом, підґрунтям також є християнська філософія, в першу чергу, концепція інтегрального гуманізму Ж. Марітена. Значну роль відіграє теорія соціального конфлікту і соціальний католицизм, в першу чергу соціальне вчення Католицької Церкви. Серед філософів, близьких до цієї теорії, можна відмітити А. Бергсона, який вважав що демократія повинна бути євангелічною по суті, а її рушійна сила — любов. Відомий філософ і соціолог Ю. Габермас підкреслює, що такі ідеї, як захист прав людини, демократія, свобода виходять з іудейської етики справедливості і християнської етики любові.

Християнське соціальне вчення, являє собою світогляд — цілісне бачення сутності і причин, цінностей, смислів і мети світу і людського життя. Воно не є замкнутою системою, є відкритим для поглиблення знань про людину, історичним змінам, що відбуваються в культурі, науці, суспільстві. Воно ґрунтується на розумінні людини, яка створена Богом і покликана до вічного життя. Християнське соціальне вчення є зібранням принципів, що випробувані історією і можуть стати основою справедливого і вільного життя в державі і суспільстві [9, с.20] Православна ж теологія в цілому, на відміну від католицизму і протестантизму не виробила цілісного соціального вчення і має суперечливі взаємовідносини з демократією.

Християнство і демократія безпосередньо поєднались в теорії християнської демократії, яка відкидає світський, матеріалістичний підхід до людини. І також підхід, що оцінює її тільки з погляду традиції і природньої ієрархії (консерватизм); безмежної особистої свободи і абсолютизації індивідуалізму (лібералізм); соціальної рівності і класової приналежності (соціалізм); національної переваги і протиставлення однієї нації іншим (націоналізм). В той же час теорія християнської демократії не відкидає повністю риси цих ідеологій. Тому що вона прагне гарантувати порядок і цінності, що захищає консерватизм, свободу, на якій ґрунтується лібералізм, соціальну справедливості і рівність, що обстоює соціалізм, національну ідентичність, що проголошує націоналізм. Іншими словами, теорія

християнської демократії націлена на те, щоб синтезувати ці світські філософії і створити альтернативу, так би мовити, середній шлях. Колективісти кажуть – важливим є суспільство, ліберали кажуть – важливим є індивідуум. А християнська демократія – це погляд на суспільство, що базується на природньому єстві людини; вона бачить людину в цілій інтегральності життя, і з цього ракурсу здійснює політику. Християнська демократія ґрунтується на принципах солідарності, яка пронизує усі верстви суспільства, включаючи солідарність багатого з біднішим, і субсидіарності, ідеї, згідно якої державна влада мусить бути децентралізована якомога більшою мірою, але в той самий час може сягнути найвищої концентрації, якщо того потребує складна політична і економічна ситуація. Останній є одним з основоположних принципів Європейського Союзу, і означає постійне оцінювання обґрунтованості дій ЄС з погляду наявних можливостей на національному, регіональному та місцевому рівнях.

Багато партій за період незалежності України (ХДПУ, РУХ, РХП, Солідарність, УХДП та ін.) у своїх програмних документах розглядали і розглядають релігію як один з вирішальних факторів побудови демократичного суспільства. Своїми союзниками вони бачили УПЦ (КП), УАПЦ, УГКЦ, ПЦУ. Аналіз політико-релігійної ситуації в умовах розбудови державності показує нерівномірність і неоднозначність перебігу відносин між політикою і релігією, державою і церквою: від напруження до налагодження партнерських стосунків з релігійними організаціями. Неоднозначним було ставлення церков до демократії і демократичних цінностей. Хоча в певних аспектах церква завжди виступає в ролі контркультури, зі своєю мовою, практиками і наративами, вона не повинна бути замкнутою і самодостатньою. Формуючи свої практики та визначаючи актуальні напрями богословського пошуку, церква повинна враховувати вже існуючі в суспільстві засади і структури, а не спиратися лише на заздалегідь розроблену модель. Існуючі інтелектуальні та соціальні проекти можуть розглядатися при цьому як діалогові партнери, а не як непримиренні суперники.

Основною рисою, що характеризує зміни релігії в модерному світі, є секуляризація. Якщо раніше секуляризація була таким феноменом, з яким релігія боролася, протиставляючи свою ідеологію, то нині вона, навпаки, уявляється новою рисою релігійної свідомості. Релігія тепер готова дати відповіді на складні історичні і земні питання. Виникає новий тип християнства. Суть його полягає в тому, що релігійність в нових умовах знаходить притулок і в таких формах, які протиставляють себе офіційній церкві та її ортодоксії. Якщо раніше християнство претендувало на володіння абсолютною істиною, то зараз богослови схильні вважати, що жодне вчення,

жодна філософська доктрина не володіють істиною у повному обсязі. Як наслідок є необхідність християнства йти па зустріч земним проблемам, бути відкритим до будь-якого філософського чи іншого вчення. В своїй концепції постсекуляризму Ю. Габермас формулює певні вимоги рівноцінного діалогу. Від секуляризованих громадян вимагається постсекулярна свідомість і принципова відкритість релігійнім аргументам, від релігійних громадян вимагається «модернізація релігійної свідомості» у відповідь на виклики, плюралізму, сучасної науки і розповсюдження позитивного права та профанної моралі, до інших релігій. Хоча він констатує збереження світського характеру сучасної держави в розвинутих країнах, враховуючи в цілому нерелігійну ліберальну і республіканську ідеологію. Частиною комплексу соціальних умов постсекуляризму є релігійний плюралізм.

На терені постсоціалістичних країн виникла категорія віруючих без конфесійної приналежності, «християн взагалі», за їх власним визначенням, — специфічна культурно-релігійна назва людей, які належать до православної культури. Це в основному люди, що не мають чіткого світогляду, відродження ними християнства відбувається на якомусь сучасному, більш універсальному рівні, хоча і в православному контексті, але часто прозахідної орієнтації. Соціологи приходять висновку, що нинішня релігійність є наслідком не «свідоцтва церкви», а значною мірою — логіки розвитку світської культури й ідеології, результатом спонтанних духовних пошуків і спрямувань людей. Бурхливо зростає віра і дуже повільно воцерковлення. Значна частина людей, особливо молоді, виступає «за віру, але проти церкви», помітним є певний релігійний синкретизм, конструювання релігії під себе із запозиченням вподобаних цінностей з різних релігій. Цьому сприяють процеси глобалізації, зближення і взаємопроникнення культур, активний розвиток інформаційного суспільства, занепад сучасної ортодоксії, традиційних релігій і церков, які до цього відступили під натиском секуляризації і втратили свій фундаментальний авторитет у багатьох суспільствах і державах, не встигають пристосовуватись до викликів сучасності. Християнські теологи наголошують на тому, що продовжується криза християнства на загальному фоні зростання релігійності і повернення до релігійних цінностей, але відбувається відродження того, що претендуючи на статус християнського, таким не є насправді. І ці тенденції також можна віднести до процесу подальшої секуляризації християнства. Звертається увага на подвійний характер рушійних сил секуляризації: внутрішня релігійна раціоналізація та мирська емансипація держави від церкви.

Численні соціальні дослідження 2000-них років на пострадянському просторі демонстрували більшу прихильності до авторитаризму серед віруючих, але чіткого поділу на віруючих антидемократів і невіруючих

демократів не спостерігалось. Серед самого православного духівництва ж були поширені антидемократичні настрої, непереборений дух національної і релігійної нетерпимості, хоча офіційна ієрархія тоді не втручалась в протистояння демократії і авторитаризму. Принцип цезарепапізму (в сучасному прочитанні), підтримки імперської ідеології держави агресора означився пізніше, хоча фундаменталістські групи і тенденції вже існували. Цьому присвячена значна низка досліджень українських релігієзнавців.

Американські дослідники аналізуючи взаємозв'язок релігії з суспільним життям, політикою, вирізняють декілька каналів зв'язку, серед яких — участь теологів у суспільних дискусіях з різних питань, лобіювання на користь того чи іншого законопроекту, місцевих постанов і конституційних доповідей, публічні дії духовенства з метою впливу на політичну поведінку офіційних осіб, призначення духовенства на громадські посади та інше. Сотні протестантських проповідників, пасторів працювали в Конгресі США з часу заснування країни. А. де Токвіль підкреслював у своїй відомій праці "Про демократію в Америці": "Християнська релігія зберігається в Америці не тому, що її послідовники вірять в її істинність, а завдяки майже суцільному переконанню в її користі для республіканських інститутів"[12, с.238].

Відокремити релігію від суспільно-політичних проблем можна лише в абстрактній теорії, бо від самого початку існування політичних інститутів останні завжди шукали підтримки у церкви. Проблеми релігії і проблеми мирського життя залишаються вічними для всіх народів і генерацій. Що ж до дискусій про співвідношення християнства і політики, яким вже 2000 років, то тут треба зазначити, що християнська віра сама по собі не має політичного забарвлення і змісту. Але це не означає, що Євангеліє закликає уникати усякої політики. Адже ніде так нерозривні поняття свободи і справедливості — свобода людини можлива за наявності справедливості.

Актуальною науковою і політичною проблемою постає визначення ролі релігії та її інституцій у створенні культурних засад громадянського суспільства в Україні. На думку Ю. Габермаса сучасна секуляризована культура переживає труднощі з репродукцією громадянського суспільства, для формування дійсно громадянської солідарності не достатньо когнітивного процесу. Він вважає, що у громадян європейських держав солідарність, яка би вона не була абстрактна і опосередкована правовими засадами, все ж таки виникає тоді, коли принципи справедливості щільно переплетені з культурними цінностями. Орієнтиром і джерелом цих цінностей історично була релігія. Ідея сприяння демократизації суспільства з боку християнських організацій в нашій країні не нова (перша спроба її втілення мала місце ще на початку XX ст.), але прогресивні соціальні орієнтири тоді не були підтримані офіційною церквою;

не мали подальшого теоретичного обґрунтування і ідеали християнської демократії: тоді вони протистояли інтересам імперії, а сьогодні можуть розвиватися в процесі церковно-державної співпраці на засадах гуманізму й демократії.

В XXI ст. все більше виходить на перший план той факт, що неможливим є існування релігії в суспільстві без того, щоб її догмати, молитви, міфи, передання, події священної історії не були втілені в земні речі: тексти пишуться певною мовою, у відповідності з правилами логіки людського мислення, храми будують у відповідності з законами земного буття, релігійні догми і цінності знаходять свій вираз через історично-культурну конкретику кожного суспільства, певний спосіб мислення. Загальний ідейний контекст, в якому знаходиться релігія, містить різні життєво-практичні, смисложиттєві альтернативи релігії: офіційні ідеології, групові світські доктрини, які часто будуються поза релігією (наука, політика та ін.). Теологи ж виходять з того, що релігія має визначальну роль у розвитку цивілізацій і культур. Дійсно, навіть сьогодні, в технократичному і інформаційному суспільстві, ми бачимо як теологічні наративи визначають долю держав. Сакральне протистоїть профанному, секулярному, тому, що належить повсякденності і не виходить за її межі. Але є взаємоперетин цих двох культур, сакрального і профанного, і зокрема він означається в ціннісному аспекті. Зараз не будемо зупинятись на квазісакралізаціїї (або просто сакралізації) влади, усвідомленої чи ні. Так, чи інакше саме на підґрунті цінностей можливий діалог між світською демократією і релігійними вченням. І зміни відбуваються з обох сторін, що спілкуються. Р. Нібур у книзі «Христос і культура» пише, що теологія значно трансформує догмати християнства, щоб адаптувати їх до культури. А ми можемо підкреслити, і до культури демократії.[8]

Список використаних джерел

1. Гайєк Ф.А. Право, законодавство і свобода. Нове визначення ліберальних принципів справедливості і політичної економії / Переклад з англійської: В. Дмитрук. Київ: Аквілон-Прес, 2000. - 448 с.

2. Драгоманов М. Вибрані праці у 3-х т., 4 кн. / Редкол: В.П. Андрущенко (голова) та ін. — К.: Знання України, 2006. - Т. І. - Кн. 1: Історія. Педагогіка. Публіцистика / Упорядкув. та прим. В.Ф. Погребенник. - 344 с.

3. Євдокимова Т.В. Взаємовідносини політики і релігії в соціокультурному просторі (соціально філософський аналіз) // Автореферат дис. … кандидата філос. Наук. – К.: 2002. – 21 с.

4. Євдокимова Т.В. Фундаменталізм як релігійний і ідеологічний феномен // Гілея: науковий вісник. – 2021 – №164 (8-9) – С.13-21.

5. Єленський В. Християнство і демократія // Радіо свобода. Серпень 2006. [Електронний ресурс] – Режим доступу https://www.radiosvoboda.org/a/949509.html

6. Жицінський Ю. Бог постмодерністів / Пер. з польської Юзеф Жицінський. – Львів: Видавництво Українського Католицького Університету, 2004. – 200 с.

7. Консерватизм: Антологія. 2-ге вид. / упоряд. О. Проценко, В. Лісовий. - К.: ВД "Простір", "Смолоскип", 2008. — 788 с.

8. Нибур Р. Христос и культура [Електронний ресурс] – Режим доступу https://www.reformed.org.ua/2/280/5/Niebuhr

9. Нойхауз Н. Політики, далекі від християнства // Збруч – 2019.01.16 [Електронний ресурс] – Режим доступу (https://zbruc.eu/node/86163)

10. Нойхауз Н. Цінності християнської демократії. [Електронний ресурс] – Режим доступу https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcoollib.net%2Fa%2F132127-norbert-noyhauz

11. Папа Венедикт XVI про основні принципи соціальної доктрини Католицької церкви [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.radiovaticana.org/UCR/Articolo. asp?c=203499

12. Поппер К. Відкрите суспільство та його вороги. Том 1. / Перекл. з англ. О. Коваленка.— К.: Основи, 1994.— 444 с.

13. Токвіль А. Про демократію в Америці. – К.: Всесвіт, 1999. – 587 с.

14. Фукуяма Ф. Будущее фундаментализма [Електронний ресурс] //http://www.politnauka.org/library/nation/fukuyama.php

15. Habermas J. Moralbewußtsein und kommunikatives Handeln – Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1983. – 207 S.

16. Hefner W.R. Democratic Civility: The History and Cross-Cultural Possibility of a Modern Political Ideal / Ed. by R.W.Hefner. – New Brunswick (NJ.), 1998.

17. Niebuhr: His religious, social, and political thought, ed. Charles W. Kegley, 1967 – 586 s.

18. Robert W. Bretall, 229-50. New York: Macmillan Company, 1961.

19. Nozick, R. Anarchy, State, and Utopia, New York: Basic Books, 1999 – 367 s.

20. Religion and Politics in the United States / Kenneth D. Wald and Allison Calhoun-Brown – N.Y,Toronto, Plymouth UK,2014 – 496 s.

21. Reinhold Niebuhr on Politics: His Political Philosophy and Its Application to Our Age as Expressed in His Writings ed. by Harry R. Davis and Robert C. Good. (1960) –384 s.

22. Religion and Politics in America: Faith, Culture, and Strategic Choices / Allen D. Hertzke, Laura R. Olson, Kevin R. den Dulk, Robert Booth Fowler – New York, N.Y: Routledge,2019 – 362 s.

Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor **Yevdokimova Tetyana**,
Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor **Sharypin Andrey**
Kyiv National University of Construction and Architecture

DEMOCRATIC VALUES AND CHRISTIANITY

The system of democratic rights and freedoms is most often associated with secularization, the liberation of society and the state from the influence of the church, but the valuable basis of democracy, fundamental freedoms, including freedom of conscience and religion, have their foundation in religion, in particular, Christianity. The main directions of modern democracy emphasize the spiritual basis of their ideologies. The famous German philosopher and sociologist Y. Habermas emphasizes that such ideas as the protection of human rights, democracy, and freedom come from the Jewish ethics of justice and the Christian ethics of love. At the same time, secularization has not completely coped with the task of legitimizing the social order and needs help from religious spirituality, which has become clear in the post-secular era of modernity.

On the other hand, the realization of the rights and freedoms of believers is ensured by the legal basis of democracy. The state of democracy in modern society is also connected with the representation of systems of independent associations of sovereign individuals and freely established connections between them - civil society. Church communities and various social and church associations have a significant presence in this society. The problems of civil society formation are echoed in the doctrine of subsidiarity and solidarity of Christian social teaching. Liberalism, liberal democracy, is primarily a question of freedom. The impetus for freedom of religion, as proven by many researchers, came from Protestant sects. M. Weber determined that religion can act as one of the factors of social dynamics, and that the Reformation and Protestantism contributed to the awakening of the spirit of entrepreneurship and laid the foundations of a market economy

The article is devoted the influence of Christianity on the formation of the value foundations of democracy, the formation of a system of democratic rights, freedoms and civil society. The theoretical justification of Christian and liberal democracy is analyzed, as well as the influence of the established norms and freedoms of a democratic society on the emergence of Christian social teaching,

changing the image of the church in the modern world, and on the spiritual definition of citizens as a whole.

Key words: democracy; freedom of conscience; liberalism; Christian democracy; Christian social teaching; democratic values; justice; solidarity; system of rights and freedoms

REFERENCES

1. Gajyek F.A. Pravo, zakonodavstvo i` svoboda. Nove viznachennya li`beral`nikh princzipi`v spravedlivosti` i` poli`tichnoyi ekonomi`yi / Pereklad z angli`js`koyi: V. Dmitruk. Kiyiv: Akvi`lon-Pres, 2000. — 448 s. {in Ukrainian}

2. Dragomanov M. Vibrani` praczi` u 3-kh t., 4 kn. / Redkol: V.P. Andrushhenko (golova) ta i`n. — K.: Znannya Ukrayini, 2006. —T. I. — Kn. 1: I`stori`ya. Pedagogi`ka. Publi`czistika / Uporyadkuv. ta prim. V.F. Pogrebennik — 344 s. {in Ukrainian}

3. Yevdokimova T.V. Vzaiemovidnosyny polityky i relihii v sotsiokulturnomu prostori (sotsialno filosofskyi analiz) // Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia kandydata filos. nauk – K.: 2002. – 21 s. {in Ukrainian}

4. Yevdokimova T.V. Fundamentalizm yak relihiinyi i ideolohichnyi fenomen // Hileia: naukovyi visnyk. – 2021 – №164 (8-9) – S.13-21 {in Ukrainian}

5. Yelens`kij V. Khristiyanstvo i` demokrati`ya // Radi`o svoboda. Serpen` 2006. [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu https://www.radiosvoboda.org/a/949509.html {in Ukrainian}

6. Zhiczi`ns`kij Yu. Bog postmoderni`sti`v / Per. z pol`s`koyi Yuzef Zhiczi`ns`kij. – L`vi`v: Vidavnicztvo Ukrayins`kogo Katolicz`kogo Uni`versitetu, 2004. – 200 s. {in Ukrainian}

7. Konservatizm: Antologi`ya. 2-ge vid. / uporyad. O. Proczenko, V. Li`sovij. - K.: VD "Prosti`r", "Smoloskip", 2008. — 788 c. {in Ukrainian}

8. Nybur R. Khrystos y kultura [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu https://www.reformed.org.ua/2/280/5/Niebuhr

9. Nojkhauz N. Poli`tiki, daleki` vi`d khristiyanstva // Zbruch – 2019.01.16 [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu (https://zbruc.eu/node/86163 {in Ukrainian}

10. Nojkhauz N. Czi`nnosti` khristiyans`koyi demokrati`yi. [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcoollib.net%2Fa%2F132127-norbert-noyhauz {in Ukrainian}

11. Papa Venedikt KhVI` pro osnovni` princzipi soczi`al`noyi doktrini Katolicz`koyi czerkvi [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu: http://www.radiovaticana.org/UCR/Articolo. asp?c=203499 {in Ukrainian}

12. Popper K. Vi`dkrite suspi`l`stvo ta jogo vorogi. Tom 1. / Perekl. z angl. O. Kovalenka.— K.: Osnovi, 1994.— 444 s. {in Ukrainian}

13. Tokvi`l` A. Pro demokrati`yu v Americzi`. – K.: Vsesvi`t, 1999. – 587 s. {in Ukrainian}

14. Fukuyama F. Budushhee fundamentalizma [Elektronnij resurs] //http://www.politnauka.org/library/nation/fukuyama.php

15. Habermas J. Moralbewußtsein und kommunikatives Handeln – Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1983. – 207 S. {in German}

16. Hefner W.R. Democratic Civility: The History and Cross-Cultural Possibility of a Modern Political Ideal / Ed. by R.W.Hefner. – New Brunswick (NJ.), 1998. {in English}

17. Niebuhr: His religious, social, and political thought, ed. Charles W. Kegley, 1967 – 586 s. {in English}

18. Robert W. Bretall, 229-50. New York: Macmillan Company, 1961. {in English}

19. Nozick, R. Anarchy, State, and Utopia, New York: Basic Books, 1999 – 367 s. {in English}

20. Religion and Politics in the United States / Kenneth D. Wald and Allison Calhoun-Brown – N.Y,Toronto, Plymouth UK,2014 – 496 s. {in English}

21. Reinhold Niebuhr on Politics: His Political Philosophy and Its Application to Our Age as Expressed in His Writings ed. by Harry R. Davis and Robert C. Good. (1960) –384 s. {in English}

22. Religion and Politics in America: Faith, Culture, and Strategic Choices / Allen D. Hertzke, Laura R. Olson, Kevin R. den Dulk, Robert Booth Fowler – New York, N.Y: Routledge,2019 – 362 s. {in English}

DOI: 10.32347/2786-7269.2023.5.370-380
УДК 72.01:130.2

к.філос.н., доцент **Покотило К.М.,**
pokotylo.km@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7428-5411,
Творонович І.О.,
igorwork19@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8173-2139,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРО ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ У ДОСЛІДЖЕННІ БАР'ЄРНИХ СИТУАЦІЙ В УНІВЕРСАЛЬНОМУ ДИЗАЙНІ

Робота присвячена дослідженню сприйняття індивідами (ексклюзивних) об'єктів, в навколишньому середовищі. Також описаний потенціал екстраполяції феноменологічного методу у площину науки про дизайн, оскільки дизайн сприймається як соціальний та інтерсуб'єткивний процес. У статті пропонується теза, що феноменологічна методологія, на відміну від аналітичної, (концентрується на дослідженні) саме «причин», смислів об'єкту дизайну а також досліджує смислопродукуючі конструкції, що впливають на формування об'єкту у процесі його виникнення. Пропонується думка, що дослідивши саме контекстуальну історію процесу створення певного об'єкту універсального дизайну, а не вже готовий (завершений) об'єкт, можна виявити смислопродукуючі чинники, характерні контекстуальні особливості соціального (або фізичного) середовища, що вплинули на те чи інше рішення дизайнера на різних етапах процесу створення дизайну. Феноменологічні методи мають потенціал стати цінним інструментом для дослідження явищ універсального дизайну, зокрема для аналізу бар'єрних ситуацій.

Ключові слова: феноменологія; epoché; ексклюзія; універсальний дизайн; інклюзія; інтерсуб'єктивність; бар'єрна ситуація.

Постановка проблеми та аналіз досліджень.

Універсальний дизайн, орієнтований на створення доступного та комфортного середовища для різних груп людей, спонукає нас звертатися до феноменології — філософського напряму, який ставить досвід та сприйняття в основу свого вивчення. Філософські концепції відомих феноменологів, таких як Едмунд Гуссерль, Макс Шелер та Моріс Мерло-Понті, можуть виявитися цінними інструментами для розуміння та аналізу взаємодії з дизайном у контексті універсального дизайну.

Зокрема, концепції Шелера щодо етики матеріальних цінностей, емоцій та емпатичного досвіду, в контексті універсального дизайну, можуть

виокремлювати той важливий аспект взаємодії між людьми, який дизайн повинен враховувати. Цей підхід дозволяє поглибити розуміння того, як людська взаємодія та моральний досвід формує цінності універсального дизайну.

Мерло-Понтівське розуміння "тіла" та "передмету" може бути використане для розкриття, як саме людина взаємодіє з процесом та предметами дизайну та як ця взаємодія може бути поліпшена для всіх користувачів. Засновані на принципах гуссерлівської феноменології, дослідження дизайну може фокусуватися на аналізі "інтенціональності" сприйняття та взаємодії, враховуючи різноманіття індивідуальних досвідів.

Такий підхід до універсального дизайну, спрямований на феноменологію, може відкривати нові можливості для розробників, роблячи дизайн більш інклюзивним і враховуючим різноманітність людського досвіду у взаємодії з оточуючим світом.

Як зазначає Е. Штайнфельд, будь-яке матеріальне втілення універсального дизайну ймовірно вже є по суті ексклюзивним (не інклюзивним). [1] Будь-який об’єкт, будь-який архітектурний простір, втілений у реальність, вже матиме не інклюзивні елементи для якоїсь групи населення. Адже створення чогось настільки універсального, наскільки це можливо, для кожної окремої категорії населення здається не зовсім можливим не в останню чергу через брак ресурсів. [1] Із появою будь-якого об’єкту дизайну, логіка інклюзії автоматично «забігає наперед», прогресує, знаходячи вади у існуючому дизайні та пропонуючи вже наступні «ще інклюзивніші» форми та ставлячи нові питання щодо тільки но створеного об’єкта дизайну. Іншими словами пропонується думка, що все, що є матеріальне матиме певний рівень «неспівпадіння» або «неточність відтворення» у порівнянні із умовним ідеальним конструктом. Саме неточності відтворення, які є по суті унікальними для кожного матеріального об’єкта дизайну і будуть вважатись нами ознаками його ексклюзивності.

Основна частина

Інклюзію можна розглядати як постійно незавершений процес, який інтегрований у феномені процесу дизайну. У цьому контексті логіка «включення» подібна до діалектичного принципу. Бо кожне нове покращене втілення дизайну, все одно матиме певні вади, якщо порівнювати його із ідеальним конструктом. Іншими словами: пропонується теза, що завжди знайдеться група людей, для яких певний простір або елемент дизайну буде не інклюзивним.

Аби зрозуміти смисл інклюзії, можна спробувати поглянути на логіку ексклюзивності. Кожен елемент дизайну сприймається людиною, як

«ексклюзивний» (через ексклюзивний характер ситуації сприйняття та водночас через унікальну структуру та характеристику матеріальності кожного об’єкта) проте деякі ексклюзивні елементи за певних обставин стають (починають сприйматись як інклюзивні) інклюзивними.

Якщо прийняти тезу, що кожен об’єкт проектування має ексклюзивний і унікальний характер, то досліджувати його порівняльно-кількісними методами ймовірно буде недоцільно, оскільки це спрощує сприйняття об’єкта та виключає вплив контексту. Аналітичний метод дозволяє описати властивості (матеріальності) об'єкта, але ніколи не дозволяє зрозуміти ані внутрішній смисл (зміст) об'єкта ані причини та принципи його використання і сприйняття іншими людьми.

За такою логікою, можна припустити, що оскільки кожен бар’єр є також принципово ексклюзивним і кожна ситуація людського сприйняття бар’єрів контекстуальна та унікальна, то вивчення проблем бар’єрів та універсального дизайну взагалі потребує використання принципово іншого підходу, що концентрувався би на дослідженнях контекстів, смислів та смислопродукуючих факторів, деталей процесу а саме феноменологічної методології та якісних досліджень а не кількісних.

Із цього слідує, що також варто підкреслити важливість дослідження, інтерсуб’єктивних факторів та конструкцій, які дозволяли б зрозуміти причину формування того чи іншого об’єкта під час вивчення процесів універсального дизайну.

Оскільки об’єкт дизайну, створюється для певного «бенефіціара» «іншого», то у його розробці умовний «творець» (як одна людина або ж «етос») послуговується (зрозумілими іншим а отже «спільними») конструкціями, що характерні для того чи іншого соціально-культурного середовища, тобто для певної спільноти («етосу») (4) (тими ж дискурсами та конструкціями мусить послуговуватись і бенефіціар дизайну). У такому випадку цілі, методи дизайну будуть детерміновані локальним соціально-політичними контекстом та притаманними (актуальними) для нього «ціннісним ієрархіями», у рамках яких працює умовні автор та бенефіціар об’єкта дизайну. Тож можна стверджувати на процес дизайну впливають інтерсуб’єктивні (тобто спільні) чинники, що доволі абстрактно описуються понятійними конструкціями характерними для феноменологічного дискурсу.

У даній ситуації можна розглядати потенціал позиції та методологію (соціогенетичної точки зору), запропоновану К. Мангеймом для аналізу інтерсуб’єктивинх процесів та соціокультурних явищ, яка базується на тому, що світ і соціальні процеси не піддаються спостереженню як такі, але можна досліджувати самі процеси, які сформували ці артефакти або простори.

Ймовірно, можна говорити про потенціал застосування такої позиції щодо дослідження та аналізу процесів дизайну, оскільки практика дизайну також є інтерсуб'єктивним (а отже колективним) соціальним процесом. [2]

Теза полягає в тому, що слід аналізувати ще незавершений процес проектування та виявляти деталі процесу створення артефакту, коли реальність ще «конструюється», щоб краще розпізнати локальний контекст та історію появи елементів універсального дизайну в конкретному випадку.

Тому частину досліджень можна проводити в просторах, які ще знаходяться в процесі створення. Таке дослідження матиме на меті вивчення інтерсуб'єктивних процесів, які так чи інакше впливають на створення того чи іншого артефакту, тобто йдеться про дослідження виникнення сенсу (смислопродукування) цього артефакту та самого простору.

Екстраполяція феноменологічних методів (та методології якісних досліджень) у науку про дизайн (та практику аналізу універсального дизайну в цілому) може бути виправдана саме інтерсуб'єктивною та соціальною природою процесу проектування.

Особливо важливим методологічним принципом у феноменології – є принцип epoche, який вперше ввів і використовував німецький філософ і математик Едмунд Гуссерль.

Epoché в інтерпретації Гуссерля означає "утримання від судження" або «виведення за дужки». Гуссерль ввів цей термін, щоб підкреслити необхідність вивчення явищ без попередніх упереджень і впливу наукових теорій чи вірувань.

Цей метод дозволяє досліджувати явища так, як вони виявляються у свідомості, незалежно від будь-яких зовнішніх або теоретичних конструкцій. За допомогою epoché, феноменологи прагнуть звертати увагу на те, як ми відчуваємо та сприймаємо світ, не припускаючи заздалегідь, що цей світ має певні властивості чи структури.

Важливо зауважити, що epoché - це методологічний прийом, а не ствердження про те, що об'єктивна реальність не існує. Вона використовується для того, щоб відокремити явища свідомості для подальшого аналізу, і не є ствердженням про їхнє неіснування чи відсутність значення.

У контексті універсального дизайну принцип epoché може допомогти дизайнерам зрозуміти потреби та бажання людей з різноманітними можливостями, не покладаючись на свої власні упередження про те, як такі люди повинні взаємодіяти з навколишнім світом. Наприклад, дизайнер, який розробляє продукт для людей з обмеженим зором, може використовувати принцип epoché, щоб уявити себе людиною з обмеженим зором. Це допоможе

дизайнеру зрозуміти, як такі люди сприймають світ і як вони можуть взаємодіяти з предметами дизайну.

Застосування принципу epoché є не простим завданням, але це може бути цінним інструментом для дизайнерів, які прагнуть до створення предметів та середовищ, які є доступними для всіх людей.

За подібною логікою можна проаналізувати досвіди переживання бар'єрів (бар'єрних ситуацій), намагаючись прослідкувати за кожним етапом їх створення таким чином виокремивши саме «смислопродукування» а значить і дослідити процес їх утворення в середовищі. Таким чином вивчення самих бар'єрів може показати нам проекцію їх «відсутності». Дослідження походження та смислів у (кожній контекстуальній) бар'єрній ситуації може відкрити бачення альтернативи «бар'єрам» тобто «доступності». Слід наголосити про важливість деталей локального контексту, що упускається в аналітичному підході. Переживання кожного бар'єру індивідом буде унікальним і вихід із бар'єрної ситуації теж потребуватиме унікального а не типового методу вирішення.

Можна сказати, аби зрозуміти інклюзію, варто вивчити історію виникнення ексклюзії. Достатньо часто ціллю «доступного» або «безбар`єрного» дизайну дослідники називають відсутність бар'єрів у середовищі. Проте через багатовекторінсть та фрагментарну природу феномену (інтенційної) свідомості бар'єром у певній ситуації може виступати будь-який «матеріальний» об'єкт навколишньго середовища, тож підхід, що має на меті «знищення» бар'єрів є не надто виправданий. Таким чином, нами підкреслюється потенціал для переміщення оптики аналізу з дизайну об'єктів, призначених для умовного «знищення» або усунення бар'єрів із життєвого середовища, до вивчення матеріальності та значення самих бар'єрів.

Пропонується думка про те, що важливо дослідити походження самих артефактів, які (у певній ситуації) почали сприймаються як бар'єри, щоб визначити їхнє початкове значення.

Вивчення історії об'єкта дизайну дозволяє нам виокремити мотиви, та смислопродукуючі фактори а отже зрозуміти і розпізнати, яка група людей (та у який час, у якому соціально-політичному середовищі) починає сприймати певний об'єкт як бар'єр, а яка ні. Отже, вивчення сенсу дій дозволяє нам побачити межі самого «бар'єру» (а саме межі бар'єрної ситуації, де?, коли? і ким був сприйнятий той чи інший об'єкт як бар'єр?). Постає потреба в уточненні меж самої бар'єрної ситуації.

Такий підхід дослідження виникнення смислу дії допомагає з'ясувати, для якої конкретної групи населення даний дизайн (у певному місці у та у

певний час) стає бар’єром. і як інші групи взаємодіють з бар'єрами «інших» людей чи груп населення.

Можна припустити, що кожна група людей має свої «бар'єри». Іноді різні групи людей бачать «спільні бар'єри», але повністю позбутися поняття бар'єрів неможливо, оскільки це поняття є радше феноменом системи сприйняття світу (а отже свідомості). У цьому контексті Універсальний дизайн можна розглядати як початок науки про бар’єри.

Таким чином питання полягає не в тому, що може вирішити проблему дизайну, а в тому, як дослідити, як ця проблема виникла. Іншими словами питанням є не «що є бар’єром в реальності?» А «як об’єкт став бар’єром?»

Ймовірно, бажання швидко вирішити проблему (до прикладу: людина з інвалідністю не може увійти в будівлю) може віддалити дослідника від причин і смислів, які закладені в цьому «умовно проблематичному» просторі. Практика універсального дизайну може зосередитися на поглибленому контекстуальному вивченні простору, щоб визначити вже існуючі власні елементи, які можуть забезпечити непряме (невидиме) рішення.

Проблематика та методологія якісного дослідження були достатньо пророблені у межах феноменологічного філософського дискурсу. Термін «феноменологія» з'являється в працях Г. Гегеля, але повноцінне становлення феноменологічного методу, пов'язане з визначенням феноменології як науки про феномени, міститься в працях німецького філософа Едмунда Гуссерля.[9]

Феноменологія із часом утвердилася як наука, що вивчає структуру і зміст свідомості, через суб'єктивність. Замість позитивістського світу об'єктивних абстракцій Гуссерль пропонував повернутися до «життєвого світу» людини в усій його «суб'єктивній повноті». [5] Центральною проблемою стає не дослідження незалежно існуючого світу, а дослідження світопродукування (продукування сенсів) людьми.

Спроба екстраполяції феноменологічного методу у науку про дизайн можна трактувати не лише як спробу нівелювати об'єктивну реальність, а перш за все як спробу побачити дизайн речей в «дійсності їх суб'єктивності». Згідно із тезами феноменології реальність як така нам не дана а об'єктне поле реальності існує для сприймаючого суб'єкта лише в тому вигляді, в якому його конструює інтенціональна свідомість і, відповідно, суб’єкт отримує зміст, детермінований актуальним аспектом індивідуального досвіду.

Переважна більшість феноменологічних методів мають спільні базові «інтенціональні принципи» Е. Гуссерля, які стосуються вивчення інтенціональної свідомості як такої. [9]

Інтенціональність свідомості передбачає певний відбір (виділення та ієрархізацію) об'єктів сприйняття, а отже, включає ціннісний відбір цих об'єктів.

Таким чином особисті історії людей, задіяних у процесі створення простору або дизайну об’єкту, стають важливими. Через особисті історії можна буде розкрити особисті ціннісної ієрархії та принципи індивідуального «смислопродукування» (виробництва сенсу), які безпосередньо створили цей простір або елемент дизайну.

Оскільки такі особисті ієрархії та точки зору можуть змінюватися, необхідно враховувати відсутність певної аподиктичності існування світу та реальності.

Феномен можливості зміни точки зору, позиції та форми проектування виникає передусім із багатовекторної та багатоваріантної природи реальності.

Як стверджує Х. Абельс - реальність - це завжди ескіз, над яким індивіди постійно працюють, вони роблять це за допомогою інструментів, які суспільство надає в їхнє розпорядження. [6]

З цього можна зробити висновок, що конструювання реальності та процес проектування відбуваються в інтерсуб’єктивному вимірі, тобто у процесі спілкування та взаємодії («Я») з «іншими» в конкретній контекстуальній соціальній ситуації. Можна сказати, що вчинки, дії та соціальні ролі детермінуються (визначаються) змістом, який вкладає в них індивід.

Коли процес соціальної взаємодії відбувається на основі феномену інтерсуб’єктивності, аналіз цих смислів, які детермінують дії особистості, стає актуальним. У твердженні А. Шютца про те, що «світ не мій особистий, а інтерсуб'єктивний, наш», міститься твердження про можливість «взаємності перспектив». Це у свою чергу вказує на можливість інтерсуб’єктивної реальності. [3]

На феномені взаємозамінності точок зору ґрунтується можливість подібного тлумачення світу та бар’єрів абсолютно різними соціальними групами та індивідами з абсолютно різним смислотворчим досвідом.

До прикладу взаємозамінність перспектив виглядає так: «віра в те, що якщо я поміняюся місцями з іншим (нею чи ним), займаючи його або її «місце тут», я буду бачити речі (об’єкти дизайну) так само, як він/вона.»

Та також можливість подібного аналізу світу ґрунтується на на можливості збігу систем цінностей і релевантності («віра в те, що інша людина за певних умов зможе оцінити певну ситуацію як я це роблю і вибере ті ж самі дії що і я»). І тому «я зможу бачити ті самі бар’єри і виконувати з ними ті ж дії, що й інший».

У цій системі те, що відбувається обмін точками зору, є вже ідеалізацією та спрощенням. Загальні системи релевантності та подібні спрощення пропонують «акторам процесу» гарантії для спільної дії (дій), але виникає питання про побудову конкретної дії або конкретного об'єкта проектування.

Якщо уникати спрощень, виникає питання про те, яка позиція все ж є найважливішою в конкретній дії. У дійсності якась сторона (дизайнер або ж бенефіціар дизайну) «жертвує» спрощує свої погляди, що базувались на унікальному досвіді.

Феноменологічний метод допомагає уникнути ідеалізацій, притаманні аналітичному дискурсові, ставлячи питання про глибинні структури виробництва смислів. При розробці конкретного дизайну дизайнер зосереджується на певній ціннісній позиції та певній ієрархії цінностей. Ця ієрархія цінностей вже імпліцитно містить ексклюзивність, оскільки вона базується на унікальному інтерсуб'єктивному досвіді дизайнера, що навряд чи повторюється. Тому при використанні об'єкта бенефіціар дизайну зустрічається із втіленнями ціннісної системи дизайнера. За такою логікою при зустрічі двох, несхожих втілень ексклюзивних ієрархій цінностей між ними не буде комунікації, оскільки без «спрощення якоїсь позиції» навряд чи виникне спільна позиція або ж феномен комунікації.

Проте цікавими залишаються випадки, коли навіть при неспівпадінні різних ексклюзивних систем цінностей бенефіціара дизайну та дизайнера ексклюзивний об'єкт виступав у ситуації як інклюзивний. Прикладом такого випадку може слугувати успішне використання пандусу, що був розроблений спеціально для потреб людей із вадами опорно-рухового апарату людьми із вадами зору або вагітними жінками. Або ж успішне засвоєння та використання у своїх цілях субтитрів багатьма групами людей, котрі розроблялись спеціально для потреб людей із вадами слухового апарату. Іншими словами у даних прикладах об'єкт дизайну, що базувався на ексклюзивній ієрархії цінностей, в реальному втіленні спрацював як дещо «спільне» та інклюзивне, хоча обидві ієрархії цінностей не зазнавали змін та навряд чи мали на меті створити умовні «спільні позиції».

Таким чином постає проблематика дослідження історій ситуацій у яких ексклюзивний об'єкт стає (або може стати) інклюзивним.

Подібно до феноменологічної соціології, феноменологічний метод, що застосовується для аналізу процесів у проектуванні може виявити ідеалізації та спрощення, за допомогою яких індивіди конституюють і конструюють свій світ.

Ідеалізації на кшталт «Я можу робити ту ж саму дію знову і знову» або «Цей дизайн (який був втілений раніше) буде працювати і в цьому новому випадку теж, тому що цей дизайн працював раніше», або «я можу сприйняти один і той самий дизайн так само як і інший індивід» які роблять відносини індивіда зі світом надійними, критикуються зі сторони феноменологічних позицій думки, оскільки спрощують ексклюзивні деталі обох ієрархій цінностей. Спрощення (поступка) якоїсь із позицій може часто розглядається як

можливість утворення «спільної позиції», яку багато вчених накшталт Ю. Хабермаса [7] бачать як необхідність для процесу комунікації, проте некритичне ставлення у науковому дискурсі до ідеалізованого поняття «спільної (спрощеної) позиції» радше унеможливлює достеменне розуміння причин та глибинних смислів, що були закладені в дію або дизайн. Намагання аналітичної думки ототожнити поняття «інклюзивність» та «спільна позиція» ймовірно створює лише пояснення,[8] проте не дає розуміння причин процесів створення «інклюзивної ситуації» та нівелює виключаючи з поля зору вплив контексту та всіх ексклюзивних інтерсуб'єктивних деталей.

Висновки

Феноменологічні методи мають потенціал стати цінним інструментом для дослідження явищ універсального дизайну, зокрема для аналізу бар'єрних ситуацій. Вони можуть допомогти дизайнерам краще зрозуміти, як люди з різноманітними можливостями сприймають і взаємодіють з навколишнім світом, а також виявити бар'єри, які перешкоджають їхній повноцінній участі в суспільстві. Це важливо для створення продуктів та середовищ, які є доступними та інклюзивними.

Екстраполяція феноменологічноих позицій у практику дослідження процесів універсального дизайну може мати потенціал виявлення ідеалізацій та поглиблення розуміння смислопродукуючих конструктів, що вплинули на ситуацію виникнення інклюзивності.

Звичайно, феноменологічні методи мають і свої обмеження. Вони можуть бути складними для застосування, і вони можуть не завжди бути придатними для дослідження конкретних проблем. Однак, незважаючи на ці обмеження, феноменологічні методи мають потенціал для дослідження явищ універсального дизайну з акцентом на аналіз бар'єрних ситуаціях.

Бібліографія

1. Вальденфельс Бернхард (2002) Вступ до феноменології. Альтерпрес 172 с.

2. Гуссерль Едмунд (2021) «Картезіанські медитації. Вступ до феноменології» Темпера. 304 с.

3. Abels, Heinz (2016) Sozialisation: Über die Vermittlung von Gesellschaft und Individuum und die Bedingungen von Identität (Studientexte zur Soziologie)

4. Bohnsack, Ralf; (2001) Iconology and Documentary Method in the interpretation of divergent types of visual materials. In: Pauwels, Luc / Mannay, Dawn (eds.), The SAGE Handbook of visual research methods. London: Sage Publications,

5. W. Dilthey, (1911) Die Typen der Weltanschauung und ihre Ausbildung in den Metaphysischen Systemen, Berlin: Reichl,

6. Fraser, Nancy. (1990) "Rethinking the Public Sphere: A Contribution to the Critique of the Actually Existing Democracy." Social Text 25.26

7. Habermas, Jürgen (1984) Theory of Communicative Action, Volume One: Reason and the Rationalization of Society Boston, Mass.: Beacon Press.

8. Steinfeld, Edward; Maisel, Jordana, eds. (April 10, 2012). Universal Design: Creating Inclusive Environments. Wiley. pp. 408 pages.

9. Schütz, Alfred (1962) Collected papers, Vol. I: The Problem of social reality. Den Haag: Martinus Nijhoff.

PhD, associate Professor **Pokotylo Kostiantyn,**
Tvoronovych Ihor
Kyiv National University of Construction and Architecture

ON THE POTENTIAL OF USING PHENOMENOLOGICAL METHODS IN THE RESEARCH OF BARRIER SITUATIONS IN UNIVERSAL DESIGN

The article is focused on the study of individuals' perception of (exclusive) objects in the environment. The paper also describes the potential of extrapolating the phenomenological method to the field of design science, since design is perceived as a social and intersubjective process. The article proposes the idea that phenomenological methodology, unlike analytical methodology, (focuses on the study of) the "causes", the meanings of the design object and also explores the meaning-producing constructions that influence the formation of the object in the process of its emergence. This article suggests that by studying the contextual history of the process of creating a certain universal design object, rather than the finished (completed) object, it is possible to identify the meaning-producing factors, characteristic contextual features of the social (or physical) environment that influenced a particular designer's decision at different stages of the design process. Phenomenological methods have the potential to become a valuable tool for researching the phenomena of universal design, in particular for the analysis of barrier situations.

Keywords: phenomenology; epoché; exclusion; universal design; inclusion; intersubjectivity; barrier situation.

REFERENCES:

1. Waldenfels Bernchard (2002) Vstup do femenologii Alterpres 172c. {in Ukrainian}

2. Gusserl Edmund (2021) Kartesianske medutacii, Vstup do femenologii Tempera 304 с. {in Ukrainian}

3. Abels, Heinz (2016) Socialization: About the mediation of society and the individual and the conditions of identity (Study texts on sociology). {in English.

4. Bohnsack, Ralf; (2001) Iconology and Documentary Method in the interpretation of divergent types of visual materials. In: Pauwels, Luc / Mannay, Dawn (eds.), The SAGE Handbook of visual research methods. London: Sage Publications. {in English}.

5. W. Dilthey, (1911) The types of worldview and their formation in the metaphysical systems, Berlin: Reichl. {in English}.

6. Fraser, Nancy. (1990) "Rethinking the Public Sphere: A Contribution to the Critique of the Actually Existing Democracy." Social Text 25.26. {in English}.

7. Habermas, Jürgen (1984) Theory of Communicative Action, Volume One: Reason and the Rationalization of Society Boston, Mass.: Beacon Press. {in English}.

8. Steinfeld, Edward; Maisel, Jordana, eds. (April 10, 2012). Universal Design: Creating Inclusive Environments. Wiley. pp. 408 pages. {in English}.

9. Schütz, Alfred (1962) Collected papers, Vol. I: The Problem of social reality. The Hague: Martinus Nijhoff. {in English}.

Зміст випуску №5

Архітектура та містобудування

Ван Шижу, Івашко Ю.В. *Ґенеза образної концепції інтер'єрів печер храмового комплексу Дуньхуана (IV-XIV ст.)* ……... 3

Гребенюк І.В. *Візуальна інтеграція скульптури у формуванні міського простору* .. 12

Данилов С.М., Чечельницький С.Г. *Стійка архітектура – протиріччя та конфлікти* ……. 21

Івашко Ю.В., Івашко О.Д., Дмитренко А.Ю. *Ревіталізація міських територій в світлі соціальних і екологічних проблем* …… 33

Кайнц Д.І., Микайло О.А., Швець М.Р. *Системи вертикального озеленення в середмісті та візуальні рішення для м. Ужгорода* ……. 51

Мустафа Махмуд Абдулгані Мустафа *Архітектурна виразність об'єктів обслуговування, розташованих на транспортно-пересадочних вузлах* ……. 68

Панченко Т.Ф., Голуб А.А. *Особливості містобудівної ревіталізації прирічкових територій* ……... 80

Рижова І.С., Павленко Т.О, Северін К.В. *Формування індивідуального образу міста Запоріжжя засобами культурного ландшафту* ……... 90

Слєпцов О.С., Дьомін М.М., Козакова О.М. *Вплив Китаю і Японії на європейську архітектуру і мистецтво кінця XIX-початку XX століть* …… 103

Тімохін В.О., Гарбар М.В., Щурова В.А. *Біонічні принципи архітектурно-планувальної організації міських підземних просторів* …….. 110

Товбич В.В., Слєпцов О.С., Дьомін М.М., Козакова О.М. *Філософсько-релігійні вчення Китаю як основа мистецтва і архітектури* ……. 121

Яновицький Є.Л. *Оновлення нормативної документації для проєктування орендного житла* ……... 129

Яценко В.О., Короткова Т.М., Пантюхов О.М., Коротков Є.М. *Підготовка архітекторів на кафедрі ландшафтної та туристично-рекреаційної архітектури в умовах військового стану* ……... 144

Будівництво та цивільна інженерія

Линник І.Е. *Зсувні процеси в місті Дніпро та Дніпропетровській області* …... 155

Осипов С.О. *Current state of technology and methods of restoration of architectural monuments* ……... 165

Плешкановська А.М. *Реіндустріалізація 4.0 – основа забезпечення реалізації відновлення та перспективного розвитку територій* …….. 178

Сукач С.В., Рєзнік Д.В. *Методи і засоби підвищення ефективності композиційних матеріалів для екранування* …… 192

Сур'янінов М.Г., Корнеєва І.Б. *Експериментальні дослідження серійної залізобетонної плити ПАГ з додатковим армуванням сталевою фіброю* ……. 201

Сур'янінов М.Г., Нєутов С.П., Єсванджия В.Ю. *Несуча здатність балки, пошкодженої під час бойових дій, посиленої з використанням фібробетону* … 212

Човнюк Ю. В., Кравчук В.Т., Чередніченко П.П., Остапущенко О.П. *Потужності при гармонічних коливаннях приводів вантажопідйомних, транспортуючих і віброформуючих бетонні суміші машин та механізмів* ……... 223

Геодезія та землевпорядкування

Адаменко О.В., Анненков А.О., Медведський Ю.В., Циколенко О.В., Гаврилов Є.В. *Дослідження точності визначення координат сфер лазерним сканером FARO FOCUS S 120* …….. 240

Бачишин Б.Д. *Геодезичний моніторинг короткоперіодичних деформацій мосту в м. Рівне* ……. 258

Браславська О.В., Дець Т.І., Рожі Т.А. *Роль геодезії у розвитку дрон-технологій для вимірювання, картографування та моніторингу територій* …… 268

Гладілін В.М., Мазницький А.С., Сіроштан Т.М., Свідерська Т.О., Гамалій І.П., Шудра Н.С., Чуланов П.О. *Властивості істинних похибок геодезичних вимірювань в алгебраїчному колі* …….. 286

Куліковська О.Є., Колодій П.П., Ступень Р.М. *Особливості кадастрових робіт щодо земельних ділянок, зайнятих обводненими кар'єрами* ……. 306

Економіка

Бєлєнкова О.Ю., Дубінін Д.В., Локтіонова Я.Ф., Калашніков Д.П. *Імперативи маркетингової діяльності стейкхолдерів будівництва - реінжиніринг чи стагнація* …… 326

Вахович І.В., Дем'яненко О.О., Богатюк Д.В. *Методичні підходи до визначення вартості інжинірингових послуг на різних стадіях життєвого циклу об'єкту* … 339

Філософія

Євдокимова Т.В., Шарипін А.В. *Демократичні цінності і християнство* …. 352

Покотило К.М., Творонович І.О. *Про потенціал використання феноменологічних методів у дослідженні бар'єрних ситуацій в універсальному дизайні* …… 370

Наукове видання

ПРОСТОРОВИЙ РОЗВИТОК

Науковий збірник

Випуск 5

Має свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації в Міністерстві юстиції України (серія КВ №24065-13905Р від 05 травня 2019 року).

Тематична спрямованість збірника, за якою публікуються наукові праці – спеціальності: **033. Філософія; 051. Економіка; 052. Політологія; 073. Менеджмент; 191. Архітектура та містобудування; 192. Будівництво та цивільна інженерія; 193. Геодезія і землеустрій; 281. Публічне управління та адміністрування.**

Визнаний МОН України як фахове видання категорії «Б» за спеціальностями: **051, 073, 191, 192, та 193.** (Наказ МОН України №1309 від 25 жовтня 2023 року). Розглядаються в МОНУ 033, 052 та 281 спеціальності.

Збірник зареєстровано в міжнародних каталогах наукових видань та науково-метричних базах даних: **Index Copernicus International (ICI); CrossRef; Google Scholar; Наукова періодика України.**

Вимоги, яких слід дотримуватись в подальшому, для оформлення рукописів статей для опублікування в збірнику наведено у попередніх випусках №№1-3, а також у збірнику «Містобудування та територіальне планування», випуски №№81-83.

Перелік розсилки випусків збірника наведено у випуску за №3.

З випусками збірника можна буде ознайомитись на сайті **http://www.nbuv.gov.ua** національної бібліотеки НАН України ім. В.І. Вернадського, на сайті **library.knuba.edu.ua** бібліотеки КНУБА та на сайті редколегії збірника s**pd.knuba.edu.ua.**

Статті можна надіслати за адресою електронної пошти: **petro_che@ukr.net.**

Комп'ютерне верстання випуску *О.П. Чередніченко*

Адреса редколегії: 03037, м.Київ-37, Повітрофлотський пр., 31. КНУБА.
Тел.: 241-55-43, 245-42-04.

Підписано до друку 24.11.2023 р. Формат 60x84 1/16.
Обл.-вид. арк. . Тираж 100. Зам. №

ТОВ "Видавництво "Ліра-К",
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи ДК №3981 від 15.02.2011.