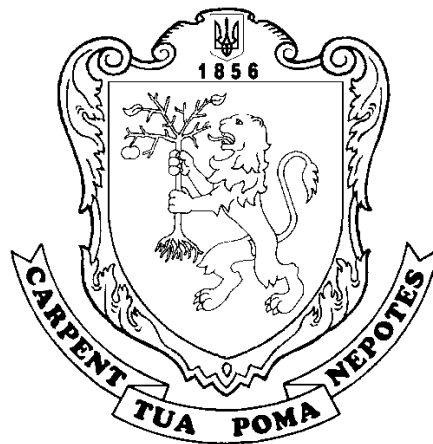


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**Серія
Архітектура та будівництво**

№ 26



Львів 2025

Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Архітектура та будівництво». 2025. № 26. 166 с.

Розглянуто результати актуальних експериментальних і теоретичних досліджень, проєктування, досвід будівництва, питання експлуатації та діагностики будівельних конструкцій, проблеми архітектурного простору на селі, геодезичного забезпечення будівельних і землепорядних робіт.

Для наукових працівників, фахівців, проєктантів, аспірантів і студентів закладів вищої освіти.

*Рекомендовано до друку
вченою радою Львівського національного університету природокористування
(протокол № 9 від 26.02.2025)*

Редакційна колегія:

Фамуляк Ю. Є., к. т. н., завідувач кафедри технології та організації будівництва Львівського національного університету природокористування, головний редактор;

Мазурак А. В., к. т. н., в. о. професора, декан факультету будівництва та архітектури Львівського національного університету природокористування, заступник головного редактора;

Бурчєня С. П., к. т. н., доцент кафедри технології та організації будівництва Львівського національного університету природокористування, відповідальний секретар;

Бєрезовецька І. А., к. архітектури, доцент кафедри архітектури Львівського національного університету природокористування;

Богіра М. С., к. е. н., доцент, завідувач кафедри землеустрою Львівського національного університету природокористування;

Боднар Ю. І., к. т. н., доцент кафедри будівельних конструкцій Львівського національного університету природокористування;

Буханєц Даріуш, к. т. н., професор, декан відділення технічних наук Вищої школи економіки в Бидгощі, Республіка Польща;

Гнатюк О. Т., к. т. н., завідувач кафедри будівельних конструкцій Львівського національного університету природокористування;

Демчина Б. Г., д. т. н., професор кафедри будівельних конструкцій і мостів Національного університету «Львівська політехніка»;

Журавський О. Д., д. т. н., професор, завідувач кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури;

Караван В. В., к. т. н., доцент кафедри промислового, цивільного будівництва та інженерних споруд Національного університету водного господарства та природокористування;

Кічасва О. В., д. т. н., професор кафедри геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва Харківського національного університету імені О. М. Бекетова;

Ковалишин О. Ф., д. е. н., професор кафедри земельного кадастру Львівського національного університету природокористування;

Колодій П. П., к. е. н., доцент, декан факультету землепорядкування та туризму Львівського національного університету природокористування;

Кюнцлі Р. В., д. мист., професор, завідувач кафедри архітектури Львівського національного університету природокористування;

Лучко Й. Й., д. т. н., професор кафедри будівельних конструкцій Львівського національного університету природокористування;

Собчак-Пястка Ю., к. т. н., доцент кафедри механіки конструкцій Технологічно-Природничого університету ім. Яна і Ядзєя Снядецьких в Бидгощі, Республіка Польща;

Степанюк А. В., к. арх., доцент кафедри архітектури Львівського національного університету природокористування;

Ступень Р. М., д. е. н., професор, завідувач кафедри геодезії і геоінформатики Львівського національного університету природокористування;

Таратула Р. Б., д. е. н., професор, завідувач кафедри земельного кадастру Львівського національного університету природокористування;

Турченко В. О., д. т. н., професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування;

Цєлмс Армандс, д. інж. н., професор Латвійського сільськогосподарського університету, Латвія;

Шишкін О. О., д. т. н., професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького національного університету;

Шмиг Р. А., к. т. н., доцент кафедри будівельних конструкцій Львівського національного університету природокористування

Засновник: Львівський національний університет природокористування

Періодичність видання: один раз на рік

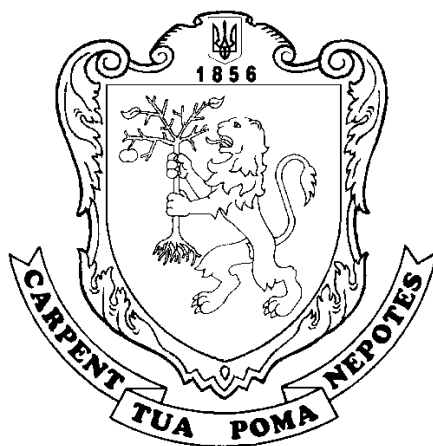
© Львівський національний університет природокористування, 2025

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
LVIV NATIONAL ENVIRONMENTAL UNIVERSITY**

**BULLETIN
OF LVIV NATIONAL
ENVIRONMENTAL UNIVERSITY**

**Series
Architecture and Building**

№ 26



Lviv 2025

The edition publishes results of actual experimental and theoretical researches, projecting works, experience of building, issues of operation and diagnostics of building constructions, problems of architectural space on rural territory, geodesic supply for building and land-surveying works.

The Bulletin is for workers, specialists, projecting engineers, PhD students and students of higher educational establishments.

*Recommended to publication
by the Board of Studies of Lviv National Environmental University
(record № 9 of 26.02.2025)*

Editorial board:

Famuliak Y. Ye., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Associate Professor, Chief of the Department of Technologies and Organization of Construction at Lviv National Environmental University, editor-in-chief;

Mazurak A. V., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Acting Professor, Dean of the Faculty of Building and Architecture at Lviv National Environmental University, deputy editor;

Burchenia S. P., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Technologies and Organization of Construction at Lviv National Environmental University, assistant editor;

Berezovetska I. A. PhD in Architecture, Associate Professor of the Department of Architecture at Lviv National Environmental University;

Bohira M. S., Candidate of Economic Sciences (PhD), Associate Professor, Chief of the Department of Land Organization at Lviv National Environmental University;

Buchaniec Dariusz, Dr. Eng., Dean of the College of Technical Sciences, Prof., Higher School of Economy, Bydgoszcz, Poland;

Bodnar Yu. I., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Building Structures at Lviv National Environmental University;

Hnatiuk O. T., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Chief of the Department of Building Structures at Lviv National Environmental University;

Demchyna B. H., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Building Structures and Bridges of Lviv Polytechnic National University;

Zhuravskiy O. D., Doctor of Engineering Sciences, Professor, Chief of the Department of Reinforced and Stone Structures at Kyiv National University of Building and Architecture;

Karavan V. V., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Construction and Engineering Structures at National University of Water Environmental Engineering;

Kichaieva O. V., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Mechanics of Soils, Foundations and Engineering Geology at O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv;

Kovalyshyn O. F., Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Land Cadaster at Lviv National Environmental University;

Kolodii P. P., Candidate of Economic Sciences (PhD), Associate Professor, Dean of the Faculty of Land Management and Tourism at Lviv National Environmental University;

Kiuntli R. V., Doctor of Art Criticism, Professor, Chief of the Department of Architecture at Lviv National Environmental University;

Luchko Y. Y., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Building Structures at Lviv National Environmental University;

Sobczak-Piastka J., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Structural Mechanics at Jan and Jędrzej Śniadecki University of Technological and Life Sciences, Poland;

Stepaniuk A. V., Candidate of Architecture (PhD), Associate Professor of the Department of Architecture at Lviv National Environmental University;

Stupen R. M., Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief of the Department of Geodesy and Geoinformatics at Lviv National Environmental University;

Taratula R. B., Doctor of Economic Sciences, Professor, Chief of the Department of Land Cadaster at Lviv National Environmental University;

Turcheniuk V. O., Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Water Engineering and Water Technologies at National University of Water Environmental Engineering;

Celms Armands, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia;

Shyshkin O. O., Doctor of Engineering Sciences, Chief of the Department of Technology of Building Products, Materials and Structures at Kryvyi Rih National University;

Shmyh R. A., Candidate of Engineering Sciences (PhD), Associate Professor of the Department of Building Structures at Lviv National Environmental University

Founder: Lviv National Environmental University

Periodicity of publication: once a year

ЗМІСТ

Розділ 1 АНАЛІТИЧНІ ТА ЧИСЛОВІ МЕТОДИ В МЕХАНІЦІ ТА ФІЗИЦІ РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Гайда С., Удовиський О., Рутковська І., Салабай Р., Салабай І. Побудова математичної моделі міцності зрощених лат із вживаної деревини для дахових конструкцій будинків	7
Глова Б., Глова Т. Аналіз температурного впливу на напружено-деформований стан циліндричних елементів інженерних конструкцій	13

Розділ 2 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ДІАГНОСТИКА РОБОТИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Козак Р., Кусняк І., Копанський М., Рутковська І., Салабай Р. Вплив хімічних добавок із рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію на міцність арболіту	18
Буханевич І., Масєвський В., Удовиський О., Манзюк А., Копинець З. Дослідження основних характеристик міцності клеєних конструкційних балок із цільної деревини	24
Бурчєна С., Дудяк Н., Віхоть С. Результати технічного обстеження метеорологічної тригранної щогли висотою 120 м	34
Мазурак О., Мазурак А., Маруцак У., Регуш А., Мазурак Т., Мазурак Р. Бетони з біовугіллям для сталого будівництва	43
Гнатюк О., Крет В. Робота бурових мікропаль із розширеною п'ятою	51
Юрочко Н. Огляд досліджень балкових конструкцій зі змішаним видом армування	57
Рутковська І., Фабрика Ю. Технічне обстеження та підсилення споруди вітрової електростанції	62

Розділ 3 ТЕОРІЯ АРХІТЕКТУРИ, МІСТОБУДУВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ СІЛЬСЬКИХ ПОСЕЛЕНЬ

Кюнцлі Р., Степанюк А. Від «Міста Сонця» до екзистенційного міста: філософія біонічної архітектури	66
Березовецька І., Дудяк Н. Огородження присадибних ділянок: функції, матеріали та особливості проектування	72
Баранович Л., Баранович А., Савчак Н., Михайличко В. Контекстна архітектура: врахування кліматичних і геоморфологічних умов при проектуванні громадських будівель	76
Пісьо С., Дудяк Н., Марусяк В. Мистецтво Бойківщини: ревіталізація у сучасному контексті	85

Розділ 4 ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ: СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Смолярчук М., Ковалишин О. Роль цифрових інструментів у підвищенні ефективності управління земельними відносинами у територіальних громадах	91
Микула О., Сусак М. Вдосконалення землеустрою меліорованих земель	97
Стойко Н., Черечон О. В., Черечон О. І. Консолідація земель як інструмент землеустрою для збереження природних ландшафтів	103
Шнік Н. Порядок формування земельної ділянки для ОСББ та внесення її до бази даних Державного земельного кадастру	110
Дудич Г. Планування та організація використання земель територіальних громад (на прикладі Комарнівської територіальної громади)	116
Нестеренко Г. Навчальна практика як складова професійної підготовки майбутніх інженерів-землепорядників	121
Костишин О. Просторове планування та прямі іноземні інвестиції: сучасні тенденції та виклики в умовах війни	125
Шарій Г., Щепак В., Єрмакова І., Одарюк Т. Значущість інвайроментальної економіки для розвитку земель сільськогосподарського призначення	132
Волощак А. Теоретичні засади розвитку міського землекористування	139
Пиріг А. Аналіз технології розробки проєкту рекультивації земель (на прикладі ТзОВ «Жидачівське заводоуправління цегельних заводів» на території Жидачівської міської територіальної громади Стрийського району Львівської області)	147
Стиранівський Б. Теоретичні засади взаємозв'язку між формуванням екологічної мережі та здійсненням землеустрою	155

НАШІ ЮВІЛЯРИ

Кафедри землеустрою Львівського національного університету природокористування – 75 років	163
---	-----

CONTENT

Chapter 1 **ANALYTICAL AND NUMERIC METHODS IN MECHANICS** **AND PHYSICS OF DESTRUCTION OF BUILDING MATERIALS AND CONSTRUCTIONS**

<i>Haida S., Udovytskyi O., Rutkovska I., Salabai R., Salabai I.</i> Developing a mathematical model to determine the strength of spliced laths made from post-consumer wood for roof structures in buildings.....	7
<i>Hlova B., Hlova T.</i> Analysis of the temperature effect on the stress-strain state of cylindrical elements of engineering structures	13

Chapter 2 **EXPERIMENTAL METHODS OF RESEARCH AND DIAGNOSTICS** **OF BUILDING MATERIALS AND CONSTRUCTIONS FUNCTION**

<i>Kozak R., Kusniak I., Kopanskyi M., Rutkovska I., Salabai R.</i> Influence of chemical additives including liquid sodium glass and calcium chloride on the strength of arbolite	18
<i>Bukhanevych I., Maievskyi V., Udovytskyi O., Manziuk A., Kopynets Z.</i> Study of the main strength characteristics of glued laminated structural beams made from solid wood	24
<i>Burchenia S., Dudiak N., Vikhot S.</i> Results of technical inspection of a 120-meter-high meteorological triangular mast	34
<i>Mazurak O., Mazurak A., Marushchak U., Rehush A., Mazurak T., Mazurak R.</i> Concretes with biocharol for sustainable construction	43
<i>Hnatiuk O., Kret V.</i> Operation of drilled micropiles with enlarged base	51
<i>Yurochko N.</i> Review of research on beam structures with hybrid reinforcement	57
<i>Rutkovska I., Fabryka Yu.</i> Technical inspection and strengthening of a wind power plant structure	62

Chapter 3 **THEORY OF ARCHITECTURE, TOWN-BUILDING AND PLANNING**

<i>Kiuntzli R., Stepaniuk A.</i> From Civitas Solis to the existential city: philosophical foundations of bionic architecture	66
<i>Berezovetska I., Dudiak N.</i> Fencing of household plots: functions, materials, and design	72
<i>Baranovych L., Baranovych A., Savchak N., Mykhailechko V.</i> Contextual architecture: considering climatic and geomorphological conditions in the design of public buildings.....	76
<i>Pisio S., Dudiak N., Marusiak V.</i> Art of Boikivshchyna: revitalization in a modern context	85

Chapter 4 **GEODESY AND LAND ORGANIZATION:** **CONDITIONS, PROBLEMS AND DEVELOPMENT PROSPECTS**

<i>Smoliarchuk M., Kovalyshyn O.</i> Role of digital tools in improving the effectiveness of land management by territorial communities	91
<i>Mykula O., Susak M.</i> Improving land management of reclaimed lands	97
<i>Stoiko N., Cherechon O. V., Cherechon O. I.</i> Land consolidation as a land management tool for preserving natural landscapes	103
<i>Shpik N.</i> Procedure for the formation of a land plot for a housing cooperative and its registration in the State Land Cadastre.....	110
<i>Dudyh H.</i> Planning and organizing land use of territorial communities (case of Komarno territorial community)	116
<i>Nesterenko H.</i> Training practice as an integral component of professional development for future land management engineers.....	121
<i>Kostyshyn O.</i> Spatial planning and foreign direct investment: current trends and challenges during wartime	125
<i>Sharyi H., Shchepak V., Yermakova I., Odariuk T.</i> Importance of environmental economics for agricultural land development	132
<i>Voloshchak A.</i> Theoretical foundations of urban land use development.....	139
<i>Pyrh A.</i> Analysis of the technology for developing a land reclamation project (case of Zhydachiv Plant Management of Brick Factories LLC on the territory of Zhydachiv territorial community, Stryi district, Lviv region)	147
<i>Styraniivskyi B.</i> Theoretical foundations of the interrelation between the creation of an ecological network and land management.....	155

OUR ANNIVERSARY CELEBRANTS 75 Years of the Department of Land Management of Lviv National Environmental University.....	163
---	-----

Розділ 1

АНАЛІТИЧНІ ТА ЧИСЛОВІ МЕТОДИ В МЕХАНІЦІ ТА ФІЗИЦІ РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

УДК 624.01-691

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ МІЦНОСТІ ЗРОЩЕНИХ ЛАТ ІЗ ВЖИВАНОЇ ДЕРЕВИНИ ДЛЯ ДАХОВИХ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКІВ

С. Гайда, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-7468-5661

О. Удовиський, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-2234-806X

І. Рутковська, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0009-9051-5086

Р. Салабай, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0001-9820-652X

І. Салабай, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0000-6219-9869

Національний лісотехнічний університет України

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.007>

Гайда С., Удовиський О., Рутковська І., Салабай Р., Салабай І. Побудова математичної моделі міцності зрощених лат із вживаної деревини для дахових конструкцій будинків

Досліджено міцність зрощених на зубчастий шип лат із вживаної деревини (ВЖД), які використовують у дахових конструкціях. Актуальність роботи зумовлена потребою у впровадженні ресурсоефективних технологій і розвитку циркулярної економіки у будівництві. Розглянуто проблему нерівномірності фізико-механічних властивостей вторинної деревини, яка ускладнює прогнозування її експлуатаційних характеристик. Для кількісного опису впливу основних геометричних параметрів (ширини лати B і довжини шипа L) на межу міцності при статичному згині проведено експериментальні випробування зразків і побудовано двофакторну регресійну модель другого порядку. Модель показала статистично значущий вплив обох факторів і підтвердила наявність синергетичного ефекту: підвищення міцності спостерігається при одночасному збільшенні ширини лати та довжини шипа. Оптимальні параметри, що забезпечують максимальну межу міцності (79,83 МПа), становлять $B=64$ мм та $L=24$ мм. Доведено, що навіть при використанні ВЖД можна отримати елементи з міцністю понад 70 МПа, що відповідає нормативним вимогам до несучих дахових елементів. Практична значущість полягає у можливості використання отриманої моделі для оптимізації технологічних процесів зрощування, раціонального використання вторинної сировини та зниження собівартості виробів. Запропоновані рекомендації щодо вибору ширини лати (56–64 мм) та довжини шипа (18–24 мм) можуть бути впроваджені у виробничі стандарти, технічні умови та технологічні карти для підприємств деревообробної галузі. Результати дослідження сприяють розвитку ресурсоефективних методів у дерев'яному будівництві, зменшенню екологічного навантаження та формуванню наукової основи для подальших досліджень довговічності таких з'єднань.

Ключові слова: вживана деревина, зубчасте з'єднання, міцність при статичному згині, дахові конструкції, регресійна модель, циркулярна економіка, оптимізація параметрів.

Haida S., Udovyskyi O., Rutkovska I., Salabai R., Salabai I. Developing a mathematical model to determine the strength of spliced laths made from post-consumer wood for roof structures in buildings

The article presents a study on the bending strength of finger-jointed laths made from reused wood (RW) for roof structural applications. The relevance of this research lies in promoting resource-efficient technologies and the principles of the circular economy in construction. The variability of mechanical properties in secondary timber creates challenges in predicting its strength performance. To quantify the influence of geometric parameters – lath width (B) and finger length (L) – on bending strength, experimental tests were performed, and a second-order two-factor regression model was developed. The model revealed a statistically significant effect of both factors and confirmed a synergistic interaction: the bending strength increases when both width and finger length grow simultaneously. The optimal parameters achieving maximum strength (79.83 MPa) are $B=64$ mm and $L=24$ mm. It was demonstrated that reused wood can be effectively transformed into full-length structural elements with strength exceeding 70 MPa, meeting the normative requirements for roof load-bearing members.

The practical significance of the study lies in enabling optimization of production parameters for finger-jointed elements, improving material utilization efficiency, and reducing production costs. The recommended parameter ranges – lath width 56–64 mm and finger length 18–24 mm – can be applied in manufacturing standards, technical specifications, and process charts for the woodworking industry. The results contribute to sustainable and resource-efficient timber construction, reducing environmental impact and establishing a foundation for further studies on the durability and long-term performance of reused-wood joints.

Keywords: reused wood, finger joint, bending strength, roof structures, regression model, circular economy, parameter optimization.

Постановка проблеми. Сучасні тенденції у будівництві передбачають широке впровадження ресурсоефективних технологій та повторне використання матеріалів у межах концепції циркулярної економіки. Деревина, що вже була у вжитку, – вживана деревина (ВЖД), а також розмірно-придатні залишки основного виробництва, становлять значний резерв сировини для виготовлення конструктивних елементів [6; 12; 26]. Особливо це стосується дахових конструкцій, де потрібні елементи з високою міцністю при статичному згині. Зрошення на зубчастий шип дозволяє формувати повноцінні елементи необхідної довжини з коротких відрізків, зменшуючи втрати деревини та підвищуючи економічну доцільність виробництва.

Дослідження параметрів зубчастого з'єднання в деревині проводять протягом останніх десятиліть. Нормативна база [1–5] визначає основні вимоги до геометрії зубчастих шипів і механічних випробувань. Попередні наукові праці підтверджують вплив довжини шипа та ширини елемента на показники міцності при згині, проте більшість досліджень виконані для первинної деревини. Значно менше уваги приділено вторинній деревині та виробничим залишкам, які мають варіативні фізико-механічні властивості та нерівномірність структури. Водночас методи математичного моделювання та регресійного аналізу дозволяють створити надійні прогностичні моделі міцності, що можуть бути застосовані до нетипових категорій сировини.

Незважаючи на наявність досліджень із параметрів зубчастих з'єднань, досі відсутні математичні моделі, що описують міцність при статичному згині зрошених лат саме з ВЖД та залишків основного виробництва. Недостатньо вивчено поєднаний вплив ширини лати та довжини шипа на міцність таких елементів, а також оптимальні діапазони їхніх значень для отримання якісних дахових конструкцій. Це створює науково-практичну прогалину, яка гальмує впровадження вторинної деревини у відповідальні будівельні конструкції. Тому розроблення та верифікація двофакторної математичної моделі міцності є актуальним завданням, що має як наукове, так і практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Використання ВЖД відповідає принципам циркулярної економіки та сталого розвитку, оскільки зменшує потребу у заготівлі нової сировини й, відповідно, знижує рівень вирубування лісів [20; 23]. Повторне застосування деревини дозволяє зменшити обсяги відходів, що надходять на полігони, і знизити викиди CO₂, пов'язані з виробництвом нових матеріалів [9; 14; 19]. У літературі йдеться, що повторне використання деревини має значно нижчий «вуглецевий слід» порівняно з виробництвом цементу, сталі чи полімерних матеріалів, що робить її одним із ключових матеріалів для низьковуглецевого будівництва [6; 14; 20; 23].

Дослідження показують, що повторне використання деревини дозволяє суттєво знизити собівартість будівельних елементів завдяки залученню вторинної сировини та скороченню витрат на утилізацію [6; 12; 17]. Залишки основного виробництва та ВЖД, що зазнала розбирання, можуть бути перероблені у конструктивні елементи з прийнятними характеристиками, що сприяє підвищенню ефективності деревообробних підприємств [11–14]. Економічна ефективність зростає також за рахунок використання відрізків, які у звичайних умовах є відходами, але при зрошенні за відповідними технологіями [17; 18] набувають доданої вартості [7; 15; 16; 18].

Літературні джерела вказують, що ВЖД має змінні фізико-механічні властивості через попередні експлуатаційні умови, однак за правильного сортування, сушіння та механічної обробки [11; 13] вона може забезпечувати достатню міцність для несучих конструкцій [7; 10; 14; 21]. Найбільш перспективним методом є зрошення короткомірних елементів на зубчастий шип, що дозволяє отримати повномірні конструктивні елементи з прогнозованими властивостями [7; 15; 18]. При цьому важливим завданням залишається оптимізація геометрії з'єднань (довжини зуба, ширини елемента) для досягнення необхідних показників міцності при згині [11]. У наукових працях наголошено, що саме дослідження параметрів з'єднань із ВЖД досі недостатньо розвинене порівняно з вивченням нової деревини [7].

Як показав аналіз наукових досліджень щодо зрощування дерев'яних брускових елементів на зубчастий шип для отримання міцних заготовок, то тут розглянуто питання тонкомірних заготовок, що використовуються для виготовлення складових елементів ґратчастих меблів [7; 8].

Отож, повторне використання деревини має багатомірну актуальність: воно одночасно відповідає екологічним викликам, забезпечує економічну доцільність, має значний технічний потенціал і створює соціальні переваги [22; 24; 25]. Проте залишаються не вирішеними питання оптимізації параметрів зубчастих з'єднань із вторинної сировини, що визначає напрям подальших досліджень. Тобто варто для проведення експериментів застосувати план другого порядку, квадратичну модель із взаємодією та перевіркою адекватності.

Постановка завдання. Збільшення ширини лати B та довжини шипа L підвищує міцність при згині до певного оптимуму, після чого спостерігається зниження (стабілізація) через концентрації напружень і геометричну нестабільність; є статистично значуща взаємодія $B \times L$; лати із вживаної деревини та розмірно-придатних залишків, за правильного добору B , L можуть забезпечити міцність, не гіршу за традиційні аналоги з первинної деревини для дахових застосувань.

Наше завдання – розробити математичну модель міцності при статичному згині зрощених на зубчастий шип лат із ВЖД та розмірно-придатних відходів основного виробництва залежно від двох факторів: ширини лати та довжини зубчастого шипа, для визначення комбінацій, що забезпечують отримання міцних елементів дахових конструкцій.

Об'єкт дослідження – зрощені на зубчастий шип дерев'яні лати, виготовлені із вживаної деревини та розмірно-придатних залишків основного виробництва, що працюють на статичний згин.

Предмет дослідження – вплив геометричних параметрів елемента (ширини лати B) та з'єднання (довжини зубчастого шипа L) на показники міцності при статичному згині й відповідна регресійна модель $Y = f(B, L)$.

Виклад основного матеріалу. Сформуємо вибірку брусків із вживаної деревини та виробничих залишків, виконавши зрощення на зубчастий шип із рівнями $L = (12, 18, 24)$ мм та виготовимо зразки трьох ширин $B = (48, 56, 64)$ мм. Здійснимо статичні випробування на статичний згин для запланованих комбінацій змінних факторів; побудуємо регресійну квадратичну модель та перевіримо її на адекватність; оцінимо взаємодію факторів B та L на міцність; визначимо раціональні типорозміри зубчастих з'єднань (ширина лати та довжина шипа), що забезпечують досягнення нормативних показників міцності.

Загальна методика досліджень передбачає: заготівлю; очищення; технологічні операції з виготовлення та зрощування елементів товщиною 40 мм; випробування для визначення міцності при статичному згині. Для вирішення поставлених завдань досліджень використано план другого порядку, який дозволяє отримати математичний опис об'єкта у вигляді поліному другого порядку. Змінними факторами для зрощених елементів із ВЖД були ширини брусків 48, 56, 64 мм (B) та довжина зубчастих шипів в брусках 12, 18, 24 мм (L). (табл. 1).

Виготовлено експериментальні зрощені елементи із ВЖД ялини для подальшого дослідження та порівняльного аналізу шляхом випробування на межу міцності при статичному згині. За результатами оброблення даних експерименту отримано рівняння регресії другого порядку, яке описує залежність межі міцності під час статичного згину σ_u від ширини розмірно-придатних брусків з ялини $B(x_1)$ та довжини зубчастих шипів у брусках $L(x_2)$.

Таблиця 1

Матриця В-плану для двох змінних факторів

№ дослідів	Значення вхідних факторів у досліді			
	У натуральному позначенні		У кодованому позначенні	
	B	L	x_1	x_2
ПФП 2 ^k	48	12	-1	-1
	64	12	1	-1
	48	24	-1	1
	64	24	1	1
Зіркові точки	48	18	-1	0
	64	18	1	0
	56	12	0	-1
	56	24	0	1

Одержана математична модель – рівняння регресії в нормалізованих значеннях змінних факторів – має вигляд:

$$y = 68,62 + 6,645x_1 + 4,501x_2 - 0,905x_1^2 - 0,127x_2^2 + 1,099x_1x_2.$$

Запис математичної моделі – рівняння регресії в натуральних значеннях змінних факторів – такий:

$$\sigma_u = -13,8 + 2,002 B - 0,4051 L - 0,0141 B^2 - 0,00353 L^2 + 0,0229 B L.$$

З'ясовано, що ширина розмірно-придатних брусків та довжини зубчастих шипів у брусках у конструкції заготовки із ВЖД ялини суттєво впливає на межу міцності під час згину σ_u . Обидва змінних фактори впливають прямопропорційно. Перевірка в центрі плану ($B = 56$, $L = 18$) $y = 68,62$ МПа – збігається з оригінальною моделлю. Інтерпретація – на рис. 1, 2.

Аналіз впливу довжини зубчастого шипа L показує, що для фіксованої ширини B спостерігається зростання міцності зі збільшенням довжини шипа. Тобто для всіх ширин B крива має чітку тенденцію до зростання при збільшенні довжини шипа. Приріст при переході від $L = 12$ до $L = 24$:

- при $B = 48$: від 57,54 до 64,35 МПа (+6,81 МПа);
- при $B = 56$: від 63,99 до 72,99 МПа (+9,00 МПа);
- при $B = 64$: від 68,63 до 79,83 МПа (+11,20 МПа).

Аналіз впливу ширини лат B показує, що усі три криві ($L = 12, 18, 24$ мм) показують стійке зростання міцності при збільшенні ширини. Для кожної довжини шипа збільшення ширини лати суттєво підвищує міцність:

- при $L = 12$: 57,54 ($B = 48$) $\rightarrow$ 68,63 ($B = 64$), приріст +11,09 МПа,
- при $L = 18$: 61,07 ($B = 48$) $\rightarrow$ 74,36 ($B = 64$), приріст +13,29 МПа,
- при $L = 24$: 64,35 ($B = 48$) $\rightarrow$ 79,83 ($B = 64$), приріст +15,48 МПа.

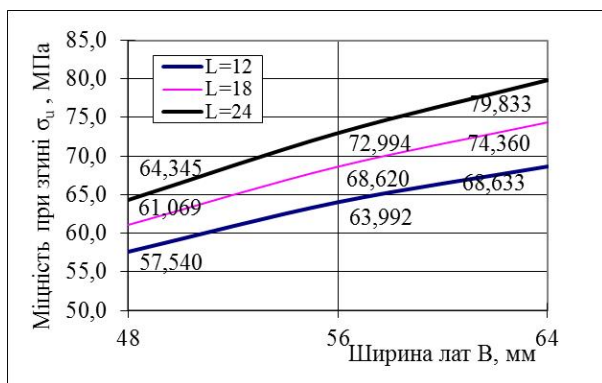


Рис. 1. Залежність межі міцності під час статичного згину σ_u від ширини брусків з ялини $B(x_1)$ у конструкції зрощених заготовок із ялини

Отже, чим більша довжина зуба, тим вища міцність. Ефект виражений у ширших латах. Ширина має навіть сильніший вплив, ніж довжина зуба, бо зростання перерізу зменшує концентрації напружень.

Аналіз впливу взаємодії факторів ($B \times L$) показує, що ефект від збільшення довжини шипа сильніший при більших ширинах. Вплив L посилюється зі зростанням B : при вузьких латах (48 мм) приріст міцності від довжини шипа невеликий (~7 МПа), а при широких (64 мм) – значно більший (~11 МПа). Це доводить наявність синергетичного ефекту: оптимальна робота з'єднання досягається тоді, коли одночасно зростають і ширина, і довжина шипа. Отож, обидва фактори мають істотний позитивний вплив на міцність, але ширина лати B є домінуючим чинником. Найвищий результат (79,83 МПа) отримано при $B = 64$ мм і $L = 24$ мм. Для вузьких лат ($B = 48$ мм) навіть збільшення довжини зуба не забезпечує такого рівня міцності, як для ширших. Тобто, для виготовлення надійних лат у дахових конструкціях оптимальним є поєднання ширини 56–64 мм та довжини шипа 18–24 мм.

За результатами експерименту здійснено оптимізацію ширини розмірно-придатних брусків із ялини $B(x_1)$ та довжини зубчастих шипів у брусках $L(x_2)$ за допомогою градієнтного методу, внаслідок якої виявлено, що максимальне значення межі міцності під час статичного згину $\sigma_u = 79,83$ МПа можна отримати, зафіксувавши розмірні параметри ширини брусків із ялини $B(x_1) = 64$ мм та довжини зубчастих шипів у брусках $L(x_2) = 24$ мм (рис. 3).

Отримані експериментальні результати підтвердили статистично значущий вплив ширини брусків (B) та довжини зубчастого шипа (L) на межу міцності при статичному згині зрощених елементів. Усі варіанти досліджень демонструють монотонне зростання міцності зі збільшенням як ширини, так і довжини шипа. Це узгоджується з фізичною природою процесу: збільшення перерізу зменшує питомі напруження, а подовження шипа розширює площу ефективного склеювання, що підвищує здатність елемента протидіяти руйнуванню. Перспективним є вивчення довговічності таких з'єднань у реальних умовах експлуатації (цикли «вологість–сушіння», морозостійкість, втома). Також важливим напрямом є розробка методів неруйнівного контролю для оперативної оцінки якості вживаної деревини перед зрощенням.

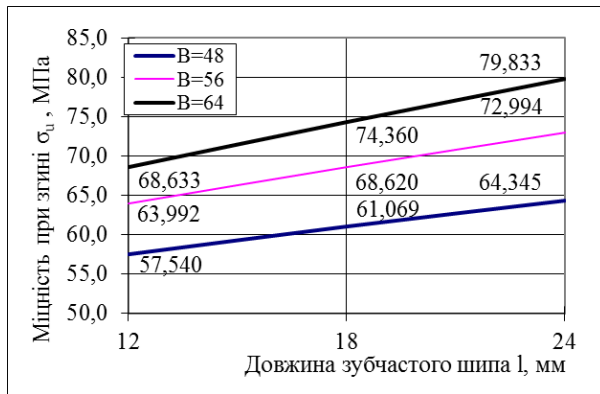


Рис. 2. Залежність межі міцності під час статичного згину σ_u від довжини зубчастих шипів у брусках L (x_2) у конструкції зрощених заготовок із ялини

Наукова новизна. Вперше побудовано двофакторну математичну модель міцності при статичному згині зрощених на зубчастий шип лат із ВЖД з урахуванням ширини бруска та довжини зубчастого шипа. Кількісно визначено внесок кожного фактора та їхньої взаємодії у формування межі міцності. Встановлено, що ширина лати є домінуючим фактором, але її ефективність посилюється із збільшенням довжини зубчастого шипа. Виявлено синергетичний ефект: вплив збільшення довжини шипа є більш суттєвим при ширших брусках, що підтверджено статистично значущим коефіцієнтом взаємодії у регресійній моделі. Показано можливість використання ВЖД та короткомірних відрізків для виготовлення повноцінних несучих елементів дахових конструкцій без зниження експлуатаційних властивостей за умови оптимального добору параметрів з'єднання. Запропонована модель у натуральних змінних може бути використана для прогнозування міцності та оптимізації технологічних параметрів виробництва.

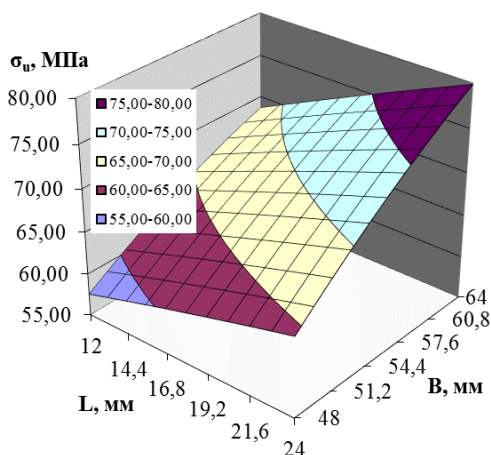


Рис. 3. Графічна залежність $\sigma_u = f(B(x_1), L(x_2))$

Отримані результати дозволяють виробничим підприємствам раціонально використовувати короткомірні відрізки та ВЖД, знижуючи відходи й собівартість продукції. Сформовано рекомендації щодо оптимальних параметрів ширини лат (56–64 мм) і довжини зубчастого шипа (18–24 мм), які забезпечують досягнення нормативних показників міцності для дахових конструкцій. Запропонована регресійна модель може бути застосована для створення довідкових таблиць, номограм чи програмного забезпечення для швидкого розрахунку несучої здатності зрощених елементів. Результати можуть бути використані при розробці технічних умов і стандартів для виробництва лат з ВЖД та залишків основного виробництва. Практичне впровадження дослідження сприяє підвищенню ресурсоефективності деревообробної галузі, зменшенню екологічного навантаження та забезпеченню доступних за вартістю матеріалів для будівництва.

Висновки. Проведено експериментальні дослідження міцності при статичному згині зрощених на зубчастий шип лат із вживаної деревини та розмірно-придатних залишків основного виробництва. Встановлено, що межа міцності при статичному згині залежить від ширини бруска та довжини зубчастого шипа. Ширина лати є домінуючим фактором, що визначає рівень міцності: збільшення від 48 до 64 мм забезпечує приріст показників на 11–15 МПа залежно від довжини шипа. Довжина зубчастого шипа також істотно впливає на міцність: при зростанні від 12 до 24 мм спостерігається приріст 7–11 МПа, причому цей ефект більш виражений у ширших брусках. Виявлено синергетичний вплив факторів: оптимальне поєднання параметрів ($B = 56\text{--}64$ мм та $L = 18\text{--}24$ мм) забезпечує досягнення міцності понад 70 МПа, що відповідає нормативним вимогам до несучих елементів дахових конструкцій (EN 14081, ДСТУ Б В.2.6-161:2010). Побудована регресійна модель у натуральних змінних дозволяє прогнозувати міцність зрощених лат залежно від геометричних параметрів, що створює основу для подальшої оптимізації виробничих процесів. Практичне значення дослідження полягає у можливості ефективного залучення короткомірних відрізків та ВЖД до виробництва несучих елементів дахових конструкцій, що зменшує відходи, підвищує ресурсоефективність і знижує собівартість готової продукції.

Бібліографічний список

1. ДСТУ-Н Б В.2.6-217:2016. Настанова з проектування будівельних конструкцій з цільної і клеєної деревини. Київ: Мінрегіон України, 2016. 35 с.
2. ДСТУ EN 15497:2019. Деревина масивна будівельна з зубчастими з'єднаннями. Експлуатаційні вимоги та мінімальні вимоги щодо виготовлення. Київ: УкрНДНЦ, 2019.
3. ДБН В.2.6-161:2017. Дерев'яні конструкції. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2017. 117 с.
4. EN 385:2001. Finger jointed structural timber – Performance requirements and minimum production requirements, 2001. 16 p.
5. EN 15497:2014. Structural finger jointed solid timber – Performance requirements and minimum production requirements, 2014.
6. Medvid L. V. Post-consumer wood – an additional reserve of raw materials for construction materials. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2021. Vol. 47. P. 34–46. <https://doi.org/10.36930/42214706>.
7. Lesiv L. E., Gayda S. V., Salapak L. V. Development of a mathematical model of the strength of joined preparations from post-consumer fir wood. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2024. Vol. 50. P. 16–28. <https://doi.org/10.36930/42245002>
8. Lesiv L. E., Gayda S. V. Building a strength model of spliced billets made from post-consumer fir wood. Proceedings of scientific conference (Kharkiv, October 7–8, 2024). 2024. P. 187–189.
9. Gayda S. V., Lesiv L. E. Mathematical model of forecasting volumes of post-consumer wood production. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2023. Vol. 49. P. 33–47. <https://doi.org/10.36930/42234903>.
10. Gayda S. V., Lesiv L. E. A determination and comparison of properties of post-consumer wood of the basic conifers. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2019. Vol. 45. P. 39–46. <https://doi.org/10.36930/42194506>.
11. Gayda S. V., Kiyko O. A. Determining the regime parameters for the surface cleaning of post-consumer wood by a needle milling tool. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 5 (1 (107)). P. 89–97. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.212484>.
12. Gayda S. V., Ferents O. B. Comparative analysis of alternative technologies for wooden house construction. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2025. Vol. 51. P. 49–63. <https://doi.org/10.36930/42255104>
13. Gayda S. V. Using fuzzy expert systems for decision support in the process of post-consumer wood sorting. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2017. Vol. 43. P. 5–20. <https://doi.org/10.36930/42174301>.
14. Gayda S. V. The technologies and recommendations for the use of post-consumer wood in wood processing. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2013. Vol. 39 (1). P. 48–67. <https://doi.org/10.36930/42133909>.
15. Gayda S. V. Promising technologies of longitudinal splicing. *Woodbusiness*. 2004. Vol. 2. P. 34–45.
16. Gayda S. V. Progressive technologies of longitudinal wood splicing. *Equipment and Tools for Professionals*. 2004. Vol. 5. P. 10–19.
17. Gayda S. V. Modern technologies of wooden house construction. *Woodbusiness*. 2003. Vol. 4. P. 33–44.
18. Gayda S. V. Modern technologies and equipment for splicing. *Woodbusiness*. 2005. Vol. 2. P. 32–41.
19. Gayda S. V. Modeling properties of blockboards made of post-consumer wood on the basis of the finite element method. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2015. Vol. 41. P. 39–49. <https://doi.org/10.36930/42154106>.
20. Gayda S. V. Analysis of the trend of the main indicators of the wood processing industry in the context of the circular economy. *Forestry, Forest, Paper and Woodworking Industry*. 2024. Vol. 50. P. 4–15. <https://doi.org/10.36930/42245001>.
21. Kondratyuk S. Ya. Resistance of materials and structural mechanics of wooden structures. Kyiv: KNUBA, 2015.
22. Mykhailovskyy D., Komar M., Sklyarova T., Bondarchuk B. The use of glued and cross-glued timber in reconstruction and new construction. *Building structures. Theory and practice*. 2024. Vol. 15. P. 54–65.
23. Ridoutt B. G., et al. Environmental impacts of engineered wood products. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 234.
24. Savchuk O. V. The use of glued beams in bridge construction. *Roads and Bridges*, 2021.
25. Sendziuk V. I., Gerasimenko I. V. Building structures made of wood and plastics. Lviv: UNFU, 2017.
26. Thelandersson S., Larsen H. J. (Eds.). Timber Engineering. Chichester: John Wiley & Sons, 2003.

Стаття надійшла 15.02.2025

УДК 624.042.5:624.042.63

АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВПЛИВУ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЦИЛІНДРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Б. Глова, к. ф.-м. н.

ORCID ID: 0000-0002-6956-7801

Львівський національний університет природокористування

Т. Глова, к. ф.-м. н.

ORCID ID: 0000-0001-5031-5244

Національна академія сухопутних військ імені гетьмана П. Сагайдачного

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.013>

Глова Б., Глова Т. Аналіз температурного впливу на напружено-деформований стан циліндричних елементів інженерних конструкцій

Інтенсивний розвиток монолітно-каркасного будівництва вимагає вдосконалення методів розрахунку конструктивних елементів. Особливої уваги потребують сталеві колони – критично важливі складові, від надійності яких залежить загальна безпека споруди.

Зауважено, що під час пожежі основним руйнівним чинником для будівельних конструкцій є висока температура та її градієнт, які призводять до інтенсивного прогріву матеріалів. Характер такого температурного впливу визначається низкою факторів: температурою продуктів горіння, умовами теплообміну між поверхнею конструкції та навколишнім середовищем. Для оцінки несучої здатності та збереження цілісності конструкції необхідно враховувати термонапружений стан, спричинений нерівномірним прогрівом. Температурні напруження можуть аналізуватись окремо від механічних, адже в рамках лінійної термопружності загальні напруження є сумою цих складових.

Досліджено нестационарне температурне поле у сталевих колонах, що змінюється з часом під час раптового охолодження, враховуючи крайові умови другого роду. За допомогою перетворення Лапласа отримано аналітичні залежності, що описують розподіл температури в колоні.

На основі отриманих температурних полів визначено напружено-деформований стан колони. Результати подано у вигляді графіків, які демонструють вплив теплофізичних і механічних властивостей сталі на розподіл температурних напружень по товщині колони.

Встановлено, що радіальні напруження діють на стиск по всій товщині колони та зменшуються до нуля на її зовнішній поверхні. Максимальні значення спостерігаються в центрі колони й зростають з часом. Осьові та тангенціальні напруження, навпаки, мають максимальні значення на зовнішній поверхні та діють на розтяг. Саме тут, унаслідок розтягувальних деформацій, можуть виникати тріщини та інші пошкодження.

Ключові слова: сталева колона, розподіл температури, температурні напруження, деформація, вогнестійкість.

Hlova B., Hlova T. Analysis of the temperature effect on the stress-strain state of cylindrical elements of engineering structures

The rapid development of monolithic frame construction necessitates improved methods for calculating structural elements. Special attention must be given to steel columns, as they are critical components whose reliability directly impacts the overall safety of a building.

During a fire, the primary destructive factor for building structures is high temperature and the associated spatial gradient, which leads to intense heating of materials. The nature of this thermal impact depends on several factors, including the temperature of combustion products and the conditions of heat exchange between the surface of the structure and the surrounding environment. To assess the load-bearing capacity and maintain structural integrity under fire conditions, it is essential to consider the thermally induced stress state caused by uneven heating. Thermal stresses can be analyzed separately from mechanical stresses since, within the framework of linear thermoelasticity, the total stress is the sum of these components.

This study explores the transient temperature field in steel-reinforced concrete columns, which evolves under conditions of sudden cooling. Second-kind boundary conditions were taken into account. By utilizing Laplace transformation, analytical expressions were developed to describe the temperature distribution within the column.

Based on the derived temperature fields, the stress-strain state of the column was determined. The results are presented in graphical format, illustrating the influence of the thermophysical and mechanical properties of steel on the distribution of thermal stresses across the column's thickness.

The findings indicate that radial stresses remain in compression throughout the column's thickness and decrease to zero at the outer surface. The maximum values of these stresses occur at the center of the column and increase over time. In contrast, axial and tangential stresses reach their peak values at the outer surface and act in tension. Consequently, cracks and other types of damage may develop on the external surface due to tensile deformations.

Keywords: steel column, temperature distribution, temperature stress, deformation, fire resistance.

Постановка проблеми. Сучасний динамічний розвиток монолітно-каркасного будівництва вимагає вдосконалення методологій розрахунку несучих елементів будівельних конструкцій. Особливе значення мають сталеві колони, які є критично відповідальними елементами каркасних систем, оскільки їхня міцність безпосередньо впливає на експлуатаційну надійність і безпеку споруди загалом. Порушення міцності цих елементів може призвести до критичних конструктивних ушкоджень та аварійних ситуацій.

У разі виникнення пожежі основним руйнівним фактором, що впливає на будівельні конструкції, є підвищення температури та її градієнт. Інтенсивність теплового навантаження визначається низкою параметрів, серед яких необхідно виділити температуру продуктів горіння, умови теплообміну між поверхнею конструкції і навколишнім середовищем, теплофізичні властивості матеріалів, а також тривалість впливу тепла.

Для обґрунтованої оцінки несучої здатності конструкції і аналізу ризику втрати її цілісності необхідно враховувати термонапружений стан, що виникає внаслідок нерівномірного розподілу температур. Температурні напруження, які формуються у матеріалі конструкції, доцільно розглядати окремо від механічних, оскільки в межах лінійної термопружності повні напруження є сумою температурних і механічних компонент.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні положення теорії теплопровідності, а також вплив температурних полів на напружено-деформований стан конструктивних елементів висвітлені у працях [4; 7], тоді як питання температурних навантажень на властивості бетону та залізобетону розглянуті у працях [1–3; 5; 6]. Аналіз наявних досліджень показує, що проблема комплексної оцінки стану конструкцій під дією температурних навантажень досі залишається недостатньо вивченою. З огляду на це, дослідження бетонних та залізобетонних конструкцій, зокрема циліндричних елементів, що піддаються термосиловим впливам, є надзвичайно актуальним та важливим напрямом. Актуальність теми підтверджується зростанням кількості аварійних випадків у спорудах, пов'язаних із дією високо-температурних впливів великої інтенсивності в останні роки.

Постановка завдання. Наше завдання – дослідити напружено-деформований стан сталевих конструкцій за раптового їх охолодження, розробити математичну модель напружено-деформо-

ваного стану будівельних конструкцій з урахуванням температурних напружень. Одержані аналітичні залежності, які дали змогу дослідити температурні навантаження на вогнестійкість за несучою здатністю. Досліджено величину температурних напружень від фізико-механічних характеристик сталі.

Одержана методика дозволяє підбором геометричних розмірів та механічних і теплофізичних параметрів сталі забезпечити максимально можливу ступінь вогнестійкості за умов високих температур.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо циліндричну колону радіуса R , початкова температура якої, T_0 , раптово охолоджується до температури 0°C . Дослідимо температурне поле колони, яке змінюється з радіусом і часом.

Для знаходження температурного розподілу за товщиною колони, яке змінюється з часом, розв'яжемо диференціальне рівняння нестационарної теплопровідності [4]

$$\frac{\partial T(r,t)}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T(r,t)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T(r,t)}{\partial r} \right), \quad t > 0; \quad (1)$$

$$0 < r < R$$

з початковою та крайовими умовами

$$T(r, 0) = T_0, \quad (2)$$

$$T(R, t) = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial T(0,t)}{\partial r} = 0, \quad (4)$$

де a – коефіцієнт температуропровідності, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; c – питома теплоємність, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; λ – коефіцієнт теплопровідності, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$; ρ – густина; $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, t – час, с.

Розв'язок рівняння (1) при крайових умовах (2)–(4) має вигляд

$$T(r,t) = T_0 \sum_{n=1}^{\infty} A_n J_0 \left(\beta_n \frac{r}{R} \right) e^{-p_n t}, \quad (5)$$

де $J_0 \left(\beta_n \frac{r}{R} \right)$, $J_1(\beta_n)$ – функції Бесселя нульового і першого порядку I-го роду відповідно, а β_n – корені рівняння $J_0(\beta) = 0$ і коефіцієнти ряду (5)

мають вигляд $A_n = \frac{2}{\beta_n J_1(\beta_n)}$ і $p_n = \frac{\lambda}{c \rho} \frac{\beta_n^2}{R^2}$.

За формулою (5) проведений розрахунок температурного поля сталеві колони вздовж радіуса r при таких параметрах:

$$T_0 = 200 \text{ } ^\circ\text{C}, R = 0.1 \text{ м}, \rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\lambda = 58 - 0.042T_0 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}},$$

$$c = (0.47 + 2.1 \cdot 10^{-4} T_0) \cdot 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

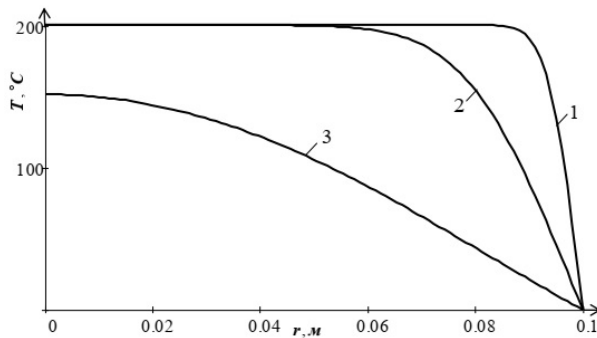


Рис. 1. Розподіл температури вздовж радіуса сталеві колони залежно від часу 1-1 с, 2-10 с, 3-100 с

Аналіз рис. 1 показує, що в початковий момент часу охолодження сталеві колони відбувається переважно на її поверхні. Через одну секунду спостерігається значний температурний градієнт між зовнішнім шаром і центральною частиною колони. Це свідчить про інтенсивне охолодження поверхні при майже незмінній температурі в центрі.

Через десять секунд теплова хвиля просувається вглиб колони, і температура в центрі починає знижуватись. Температурний градієнт зменшується, однак залишається достатньо значним, щоб викликати внутрішні термічні напруження. Через 100 секунд температура по всьому радіусу колони майже вирівнюється, і колона наближається до квазівстановленого теплового стану.

Отже, з рисунка видно, що найбільший температурний градієнт виникає на початкових етапах охолодження, особливо поблизу поверхні колони. Це може призвести до значних термічних напружень, які необхідно враховувати при оцінці міцності і несучої здатності сталеві конструкції в умовах різкого температурного впливу.

Тому потрібно дослідити температурні напруження для оцінки її несучої здатності, адже нерівномірний розподіл температури в матеріалі може спричинити значні внутрішні деформації, які здатні знизити міцність конструкції, викликати тріщиноутворення або навіть втрату стійкості.

Температурні напруження, які виникають у конструкціях, можна вивчати незалежно від механічних напружень, оскільки внаслідок лінійності рівнянь термопружності повні величини напружень отримують шляхом додавання температурних і механічних напружень.

Розглянемо напружено-деформований стан колони, торці якої закріплені, тобто осьове відносне видовження $\varepsilon_z = 0$. Радіальне переміщення U точок поперечного перерізу колони можна знайти розв'язавши диференціальне рівняння [7]

$$\frac{d^2 U(r,t)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dU(r,t)}{dr} - \frac{U(r,t)}{r^2} = \frac{1+\nu}{1-\nu} \alpha_t \frac{dT(r,t)}{dr}, \quad (6)$$

де U – переміщення, м; α_t – температурний коефіцієнт лінійного розширення, $\frac{1}{\text{К}}$; ν – коефіцієнт Пуассона.

Рівняння (6) можна переписати у вигляді

$$\frac{d}{dr} \left[\frac{1}{r} \frac{d(rU(r,t))}{dr} \right] = \frac{1+\nu}{1-\nu} \alpha_t \frac{dT(r,t)}{dr}, \quad (7)$$

яке після інтегрування буде мати вигляд

$$U(r,t) = \frac{1+\nu}{1-\nu} \alpha_t \frac{1}{r} \int_0^r T(r,t) r dr + C_1 r + \frac{C_2}{r}. \quad (8)$$

Напруження, які діють у радіальному σ_r , тангенціальному σ_θ та осьовому σ_z напрямках, запишемо у вигляді [7]

$$\sigma_r(r,t) = -\frac{\alpha_t E}{1-\nu} \frac{1}{r^2} \int_0^r T(r,t) r dr + \frac{E}{1+\nu} \left(\frac{C_1}{1-2\nu} - \frac{C_2}{r^2} \right),$$

$$\sigma_\theta(r,t) = \frac{\alpha_t E}{1-\nu} \frac{1}{r^2} \int_0^r T(r,t) r dr + \frac{E}{1+\nu} \left(\frac{C_1}{1-2\nu} + \frac{C_2}{r^2} \right) - \frac{\alpha_t E T(r,t)}{1-\nu},$$

$$\sigma_z(r,t) = C_1 \frac{2E\nu}{(1+\nu)(1-2\nu)} - \frac{\alpha_t E T(r,t)}{1-\nu}.$$

де E – модуль Юнга, Па.

Сталі C_1 і C_2 знаходять із граничних умов, тобто з відсутності переміщень $U = 0$ при $r = 0$ та рівності нулю радіальних напружень $\sigma_r|_{r=R} = 0$.

Отже,

$$U(r,t) = \frac{1+\nu}{1-\nu} \alpha_t \left((1-2\nu) \frac{r}{R^2} \int_0^R T(r,t) r dr + \frac{1}{r} \int_0^r T(r,t) r dr \right), \quad (9)$$

$$\sigma_r(r,t) = \frac{\alpha_t E}{1-\nu} \left(\frac{1}{R^2} \int_0^R T(r,t) r dr - \frac{1}{r^2} \int_0^r T(r,t) r dr \right), \quad (10)$$

$$\sigma_\theta(r,t) = \frac{\alpha_t E}{1-\nu} \left(\frac{1}{R^2} \int_0^R T(r,t) r dr + \frac{1}{r^2} \int_0^r T(r,t) r dr - T(r,t) \right), \quad (11)$$

$$\sigma_z(r,t) = \frac{\alpha_t E}{1-\nu} \left(\frac{2\nu}{R^2} \int_0^R T(r,t) r dr - T(r,t) \right). \quad (12)$$

Підставивши залежність температури від часу (5) у рівняння (10)–(12), знайдемо радіальні, тангенціальні та осьові напруження відповідно

$$\sigma_r(r,t) = \frac{2\alpha_i E T_0}{1-\nu} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\beta_n^2 t} \left[\frac{1}{\beta_n^2} - \frac{1}{\beta_n^2} \frac{R}{r} \frac{J_1\left(\beta_n \frac{r}{R}\right)}{J_1(\beta_n)} \right], \quad (13)$$

$$\sigma_\theta(r,t) = \frac{2\alpha_i E T_0}{1-\nu} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\beta_n^2 t} \left[\frac{1}{\beta_n^2} + \frac{1}{\beta_n^2} \frac{R}{r} \frac{J_1\left(\beta_n \frac{r}{R}\right)}{J_1(\beta_n)} - \frac{J_0\left(\beta_n \frac{r}{R}\right)}{\beta_n J_1(\beta_n)} \right], \quad (14)$$

$$\sigma_z(r,t) = \frac{2\alpha_i E T_0}{1-\nu} \sum_{n=1}^{\infty} e^{-\beta_n^2 t} \left[\frac{2}{\beta_n^2} - \frac{J_0\left(\beta_n \frac{r}{R}\right)}{\beta_n J_1(\beta_n)} \right]. \quad (15)$$

Розрахунки проводились за формулами (13)–(15) при таких параметрах:

$$T_0 = 200 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad R = 0.1 \text{ м}, \quad \rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\lambda = 58 - 0.042 T_0 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}, \quad c = (0.47 + 2.1 \cdot 10^{-4} T_0) \cdot 1000$$

$$\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \quad \alpha_i = 12 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{К}}, \quad E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}, \quad \nu = 0.28.$$

Результати розрахунків представлені графічно на рис. 2–3.

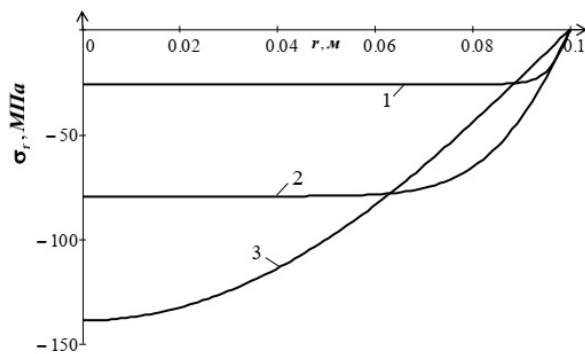


Рис. 2. Радіальні напруження в сталевій колоні залежно від часу
1-1 с, 2-10 с, 3-100 с

Аналіз графічних досліджень рис. 2 показує, що при $t=100$ с радіальні напруження діють на стиск і $\sigma_r(0,t)=139$ МПа.

Із зростанням часу видно поступове збільшення величини стискаючих напружень у центральній частині колони. Найбільше значення досягається при $t=100$ с у центрі. Це вказує на інтенсивне охолодження периферії колони та зростання температурного градієнта між поверхнею і центром колони.

Зміна характеру напружень у часі показує, що процес охолодження призводить до накопичення значних внутрішніх стискаючих сил, що потребує врахування при оцінці міцності й тріщиностійкості конструкції. Особливо небезпечними можуть бути залишкові термічні напруження, які здатні викликати деформації або втрату цілісності матеріалу після завершення теплових процесів.

Аналіз рис. 3 показує, що тангенціальні напруження по всьому радіусу перерізу є стискаючими, за винятком ділянки поблизу зовнішньої поверхні, де вони поступово зменшуються до нуля. При цьому у центрі колони спостерігаються максимальні стискаючі значення тангенціальних напружень. Розподіл напружень свідчить про наявність внутрішніх деформацій розтягу в напрямку оболонки, які врівноважуються стискаючими напруженнями у внутрішній частині.

Осьовий розподіл напружень є важливим критерієм оцінки напружено-деформованого стану сталевій колоні під час теплового впливу. На рис. 4 наведено зміну осьових напружень уздовж радіуса колони залежно від часу охолодження. Ці дані дозволяють оцінити величину та характер напружень, що виникають внаслідок нерівномірного температурного поля та визначити потенційно небезпечні зони для цілісності конструкції.

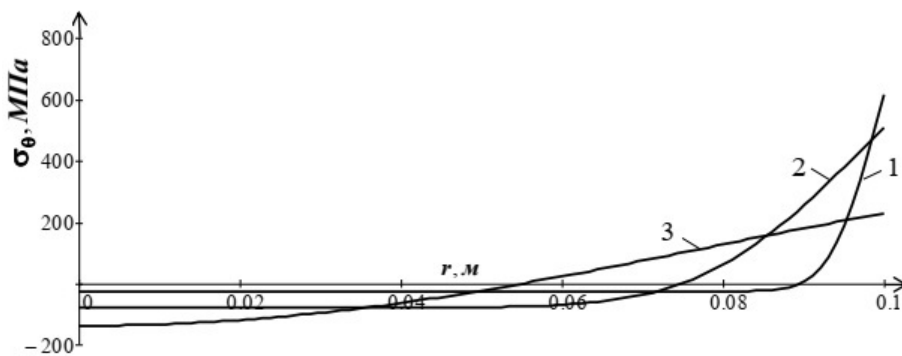


Рис. 3. Тангенціальні напруження у сталевій колоні залежно від часу
1-1 с, 2-10 с, 3-100 с

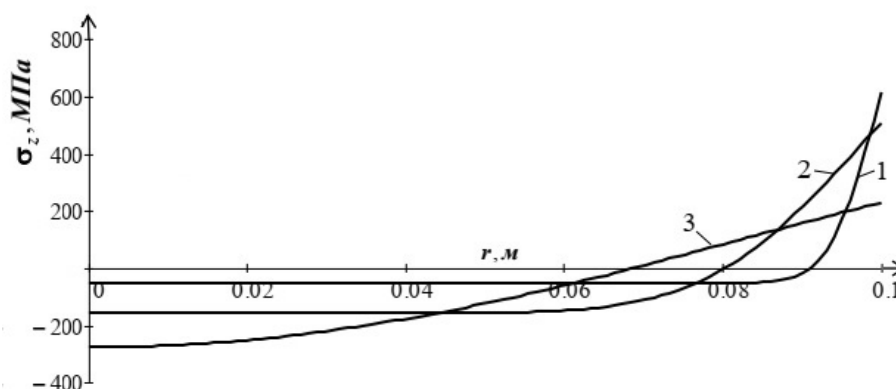


Рис. 4. Осьові напруження в сталевій колоні залежно від часу
1-1 с, 2-10 с, 3-100 с

Аналіз графічних досліджень рис. 4 показує, що у внутрішніх шарах також переважають стискаючі осьові напруження і збільшуються з часом. Найбільший градієнт виникає при початковому охолодженні колони.

У центрі колони виникають напруження на стиск, але з поступовим переходом до зовнішнього шару спостерігається інтенсивне зростання напружень, які діють на розтяг. Також спостерігаються стискаючі напруження, тоді як до зовнішнього шару вони поступово змінюються на розтягувальні, інтенсивно зростаючи.

Висновки. Отримані графічні залежності радіальних, тангенціальних та осевих напружень від радіуса в результаті дії температурного поля в сталевих колонах. Радіальні напруження у сталевих колонах діють на стиск у всіх точках і перетворюються на нуль на зовнішній поверхні колони. Максимальних значень радіальні напруження досягають у центрі колони і вони збільшуються з часом.

Осьові та тангенціальні температурні напруження у нашому випадку досягають свого максимального абсолютного значення на зовнішній поверхні колони, і ці напруження діють на розтяг, тому тріщини чи інші пошкодження виникають на зовнішній поверхні колони.

Отже, враховуючи результати досліджень, можна підібрати оптимальні параметри, за яких виникатимуть мінімальні температурні напруження для конкретної сталеві конструкції.

Бібліографічний список

1. Глова Т. Я., Ковальчук Р. А., Кузніцька Б. М. Дослідження напружено-деформованого стану циліндричних елементів інженерних споруд спеціального призначення за дії температурного навантаження. *Військово-технічний збірник*. Львів: НАСВ-2019. № 20. С. 3–8.
2. Глова Б., Глова Т., Петрученко О., Терещук О. Дослідження напружено-деформованого стану порожнистих циліндричних елементів інженерних споруд спеціального призначення за дії температурного впливу. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2023. № 24. С. 36–44.
3. Глова Б., Глова Т. Дослідження напружено-деформованого стану циліндричних елементів інженерних конструкцій під дією температурних впливів. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія «Архітектура та будівництво»*. 2024. № 25. С. 16–21. <https://doi.org/10.31734/architecture2024.25.016>
4. Ликов А. В. Некора О. В., Харишин Д. В. Теорія теплопровідності. Київ: Вища школа, 1967. 600 с.
5. Семерак М. М., Некора О., Харишин Д. Напружено-деформований стан трубобетонної колони в умовах термосилового впливу пожежі. *Пожежна безпека: зб. наук. праць*. 2017. № 31. С. 115–124.
6. Семерак М. М., Харишин Д. Вплив фізико-механічних характеристик металу і бетону на термонапружений стан трубобетонних колон за умов нагріву. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*, 2018. № 15. С. 165–172.
7. Тимошенко С. П., Гудер Дж. Теорія пружності. М.: Наука. 1975. 576 с.

Стаття надійшла 01.02.2025

Розділ 2

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ДІАГНОСТИКА РОБОТИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

УДК 674.815

ВПЛИВ ХІМІЧНИХ ДОБАВОК ІЗ РІДКОГО НАТРІЄВОГО СКЛА І ХЛОРИДУ КАЛЬЦІЮ НА МІЦНІСТЬ АРБОЛІТУ

Р. Козак, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-1297-9810

І. Кусняк, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-3980-3110

М. Копанський, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-3897-4818

І. Рутковська, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0009-9051-5086

Р. Салабай, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0001-9820-652X

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.018>

Козак Р., Кусняк І., Копанський М., Рутковська І., Салабай Р. Вплив хімічних добавок із рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію на міцність арболіту

Досліджено вплив хімічних добавок із рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію на міцність арболіту. Для досліджень виготовляли арболітові блоки розміром 100×100×100 мм з подрібненої деревини, портландцементу марки М400, води і хімічних добавок – хлориду кальцію та рідкого скла натрієвого. Хімічні добавки додавали до арболітової композиції кількістю 4, 6, 8, 10, 12 і 14 г окремо кожна і в суміші 1:1. Експериментальні арболітові блоки виймали з форми після трьох діб витримки та випробовували на міцність під час стикання після витримки 7 і 14 діб. Встановлено швидке зростання показників міцності залежно від вмісту хімічних добавок від чотирьох до 10 г, які потім сповільнюються і стабілізуються. За вмісту добавок 10 г міцність арболіту на стиск становить: для арболіту з умістом рідкого натрієвого скла 1,49 МПа; хлориду кальцію – 1,87 МПа; суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію – 2,37 МПа. Проте така ефективність застосування суміші нівелюється здатністю її кристалізуватися, що утруднює приготування арболітової композиції. Збільшення вмісту рідкого натрієвого скла із 1,0 % до 3,0 % від маси цементу покращує міцність арболіту на 26,27 %. Подальше додавання рідкого натрієвого скла з 3,0 % до 4,2 % від маси цементу збільшує міцність арболіту лише на 1,9 %. Збільшення вмісту хлориду кальцію з 1,0 % до 3,0 % від маси цементу покращує міцність арболіту на 18,35 %. Подальше додавання хлориду кальцію з 3,0 % до 4,2 % від маси цементу також незначно збільшує міцність арболіту – лише на 1,0%. Збільшення вмісту суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію з 1,0 % до 3,0 % від маси цементу покращує міцність арболіту на 13,97 %. Подальше додавання суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію з 3,0 % до 4,2 % від маси цементу збільшує міцність арболіту лише на 0,4 %. Час витримки арболіту в періоді 7–14 діб позитивно впливає на його міцність. За вмісту добавок 10 г у період із 7 до 14 діб міцність арболіту на стиск зростає: для арболіту з умістом рідкого натрієвого скла з 1,29 МПа до 1,49 МПа; хлориду кальцію – з 1,67 МПа до 1,87 МПа; суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію – з 2,18 МПа до 2,37 МПа.

Ключові слова: деревинно-цементний композит, будівельний матеріал, полісахариди, міцність під час стискання, адгезійна міцність.

Kozak R., Kusniak I., Kopanskyi M., Rutkovska I., Salabai R. Influence of chemical additives including liquid sodium glass and calcium chloride on the strength of arbolite

The study examines the influence of chemical additives including liquid sodium silicate and calcium chloride on the strength of arbolite. For the experiments, arbolite blocks measuring 100×100×100 mm were produced using crushed wood, Portland cement grade M400, water, and chemical additives – calcium chloride and liquid sodium silicate. The additives were introduced into the arbolite mixture in amounts of 4, 6, 8, 10, 12, and 14 g, each separately and in a 1:1 mixture. The experimental blocks were demolded after 3 days of curing and tested for compressive strength after 7 and 14 days. The results showed a rapid increase in compressive strength with additive content ranging from 4 to 10 g, followed by a slowdown and

stabilization. At 10 g of additives, the compressive strength of arbolite was: 1.49 MPa with liquid sodium silicate, 1.87 MPa with calcium chloride, and 2.37 MPa with a mixture of liquid sodium silicate and calcium chloride. However, the efficiency of the mixture is offset by its crystallization tendency, which complicates the preparation of the arbolite composition. An increase in liquid sodium silicate from 1.0 % to 3.0 % of cement mass improved compressive strength by 26.27 %, while further addition up to 4.2 % increased it by only 1.9 %. An increase in calcium chloride from 1.0 % to 3.0 % improved strength by 18.35 %, while further addition up to 4.2 % increased it by only 1.0 %. A mixture of both additives from 1.0 % to 3.0 % improved strength by 13.97 %, while additional increase up to 4.2 % resulted in only a 0.4 % gain. The curing period of 7–14 days positively affected compressive strength. With 10 g of additives, compressive strength increased from 1.29 to 1.49 MPa with liquid sodium silicate, from 1.67 to 1.87 MPa with calcium chloride, and from 2.18 to 2.37 MPa with the mixture of both additives.

Keywords: wood-cement composite, building material, polysaccharides, compressive strength, adhesive strength.

Постановка проблеми. Перебуваючи у стані війни, житловий і промисловий фонд України зазнав і досі зазнає значних руйнувань. Тому швидке відновлення його є актуальною проблемою. Одночасно, відбудова має здійснюватися з урахуванням сучасних технологій із залученням ресурсоощадних, екологічно чистих, енергозберігаючих будівельних матеріалів, до яких можна віднести арболіт.

Вартість арболіту, на перший погляд, може здатися високою порівняно з деякими іншими матеріалами, проте вартість готового будинку виявляється суттєво дешевшою, ніж під час будівництва з будь-якого іншого матеріалу за повної відповідності будівельним нормам. Економія утворюється за рахунок зменшення товщини стін, відсутності додаткових утеплювачів, полегшеного фундаменту, дешевизни обробки тощо.

У зарубіжному будівництві практика виготовлення і застосування легкого бетону типу арболіту використовується у США, Японії, Німеччині, Австрії, Швейцарії. Отримання однорідної суміші, складеної з різних за своїми фізико-хімічними властивостями матеріалів, є одним із найважливіших технологічних переділів у загальному ланцюзі виробництва бетонних виробів і конструкцій. Гомогенізація різних матеріалів в однорідну суміш є досить складним технологічним процесом, який залежить від сукупності факторів, зокрема властивості суміші, фізико-механічних властивостей початкових матеріалів, часу змішування і конструктивних особливостей змішувального апарату тощо. Поєднання оптимальних технологічних параметрів виготовлення арболіту з раціональними властивостями вихідних матеріалів зі залученням у виробництво промислових лігноцелюлозних відходів дасть змогу виготовляти будівельний матеріал меншої собівартості, із підвищеними механічними характеристиками, та покращувати екологічний стан довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні відомий значний асортимент деревинно-цементних композитів, зокрема арболіт, фіброліт,

цементностружкові плити, ксилоліт, тирсобетон тощо [3]. Розроблені й матеріали на основі цементу та найрізноманітніших лігноцелюлозних відходів сільського господарства. Ще у 1970-х роках Фонне [10] винайшов композит, змішуючи цементний розчин і солому. У 1991 році Роффаель та Саттлер [14], а пізніше Роффаель [15], досліджували вплив суспензії рисової соломи на процес гідратації та фізичні властивості цементного розчину. В одному патенті та одній статті, опублікованій ще в 1995 році [9; 18], було представлено переваги, технологію приготування, специфікації продукту та технічні властивості композитної плити з рослинного волокна та цементу. Протягом наступних десяти років конкретні виробничі процеси залишалися майже незмінними [12]. Останнім часом через значне забруднення навколишнього середовища активізувалися академічні дослідження лігноцелюлозних матеріалів [4; 8; 11; 13]. Через війну в Україні та значні руйнування житлової та промислової забудови інтерес до якісних, екологічно чистих, економічно рентабельних будівельних матеріалів також зростає.

Зміною компонентів композиції та співвідношення між компонентами можна отримати будівельні матеріали з різними фізико-механічними властивостями [3].

Арболіт – різновид легкого бетону, деревинно-цементний композит, який використовується у малоповерховому будівництві [1] та має низку хороших властивостей, чим вирізняється з-поміж інших будівельних матеріалів (табл.) [2].

У 2015 році Чжан [17] використав програмне забезпечення для моделювання споживання енергії будівлею DeST (Designer's Simulation Toolkit) для аналізу впливу матеріалу стіни на споживання енергії будівлею. Порівняно із звичайною бетонною, цегляною, кам'яною та іншими типами стін, середньорічне споживання енергії бетонно-солом'яним сендвіч-блоком було найменшим і досягло найбільшої економії енергії та захисту навколишнього середовища.

Окремі експлуатаційні властивості будівельних матеріалів [13]

Властивості / матеріали	Арболіт	Газоблок	Керамзитний блок	Дерево
Горіння	Не підтримує полум'я	Не підтримує полум'я	Не підтримує полум'я	Горить
Міцність на вигин	Пружний	Крихкий	Крихкий	Пружне
Потреба утеплення	Не вимагає	Не вимагає	Вимагає утеплення	Вимагає утеплення
Усадка стін	Не дає усадки	Не дає усадки	Не дає усадки	Дає усадку
Біостійкість	Не піддається гниттю	Не піддається гниттю	Не піддається гниттю	Гниє
Бій у процесі перевезення	Без бою	До 15 %	До 10 %	Без бою

Однак суттєвим недоліком арболіту є недостатня його міцність під час стискання, що не дозволяє використовувати його для багатоповверхового будівництва. Тому збільшення міцності арболіту під час стискання – актуальне завдання дослідження, адже розширить його використання в будівництві та дасть змогу зменшити вплив на довкілля, шляхом утилізації лігноцелюлозних відходів.

Одним із факторів, які визначають міцність арболіту, є міцність з'єднання різних частинок, тобто адгезійна міцність. Застосування мінерального в'язучого – цементу й органічного наповнювача – лігноцелюлозних частинок під час формування арболітових блоків супроводжується хімічними реакціями між цементним тістом і полісахаридами та екстрактивними речовинами таких частинок. Такі хімічні реакції негативно впливають на адгезійні зв'язки між компонентами арболітової суміші та, як наслідок, зменшують міцність арболіту [3]. Зменшення негативного впливу полісахаридів і екстрактивних речовин, які містяться в лігноцелюлозних частинках, залишається актуальним.

Додавання хімічних добавок до арболітової суміші, поряд з іншими заходами, які зменшують вплив полісахаридів на твердіння цементу, найдоцільніше і широко практикується [1]. Відома велика кількість таких добавок, однак кожна з них має свій, відмінний від інших, вплив на реакції твердіння цементу та, в кінцевому результаті, на міцність арболіту.

У 1992 році Соуза [16] досліджував вплив вуглекислого газу на виробництво деревних плит на основі цементу. У 2007 році Менг [5] виготовив блок рослинного волокна на основі цементу. Міцність на стиск та міцність на згин помітно зростали, коли вміст поверхневого модифікатора у волокні становив 6–8 %.

У 2012 році Ян та інші [6] провели порівняльний аналіз впливу модифікації волокон пшеничної соломи (замочування в розчині з масовою часткою 5 % гідроксиду натрію протягом 12 годин) на механічні властивості, час тужавлення та плинність свіжого цементного тіста. Встановлено, що немодифіковані волокна збільшують плинність цементного тіста і час тужавління; проте модифіковані волокна мають протилежний ефект.

У 2011 році Ма [7] досліджував вплив добавок (суміш з 1 % хлориду кальцію, 1 % сульфату алюмінію або комбінацією 0,5 % хлориду кальцію та сульфату алюмінію) для раннього зміцнення порожнистих блоків зі соломи і звичайного портландцементу. Додавання хлориду кальцію або сульфату алюмінію може пом'якшити вплив соломи на тужавління портландцементу. Ці речовини реагують із продуктами гідратації цементу, збільшуючи щільність композитного матеріалу та значно покращуючи міцність на стиск і згин невеликого порожнистого блоку.

Незважаючи на велику кількість хімічних речовин і методів їх застосування у виробництві цементно-лігноцелюлозних композитних матеріалів, залишається не до кінця з'ясованим вплив конкретних хімічних добавок на їхню міцність. Тому визначення впливу хімічних добавок на міцність арболіту актуальне.

Постановка завдання. Наше завдання – встановити вплив хімічних добавок із рідкого натрієвого скла, хлориду кальцію та їхньої суміші на міцність арболіту під час стискання та виявити раціональні їх витрати. Методи досліджень – класичний експеримент, метод випробувань навантажуванням, метод визначення міцності на стиск, метод обробки експериментальних даних.

Для проведення досліджень використовували такі матеріали: деревинний наповнювач (подрібнена деревина) розміром $40 \times 10 \times 5$ мм з вмістом кори не більше ніж 10 %, хвої і листя не більше ніж 5 %; мінеральне в'язуче (портландцемент М400); хімічні добавки (хлорид кальцію CaCl_2 і плівкоутворювач рідке скло натрієве); воду. Хімічні добавки додавали до арболітової суміші в кількості 4, 6, 8, 10, 12 і 14 г. Добавки вводили розчиненням їх у воді, яку потім додавали в суміш. Приготовлену арболітову масу вкладали у форму у два-три прийоми, пошарово з трамбуванням кожного шару за допомогою спеціального пристро-

сування. Виготовляли три зразки арболіту марки М 25 розміром $100 \times 100 \times 100$ мм (рис. 1).

Сформовані зразки витримували у формах протягом трьох днів. Після цього їх виймали з форм і витримували до випробування за температури $15-20^\circ\text{C}$. У віці семи і 14-ти діб зразки випробовували на міцність під час стискання, що є одним із важливих показників міцності арболіту, від якого залежить його несуча здатність.

Для з'ясування впливу вмісту хімічних добавок в арболітовій суміші на міцність під час стискання здійснювали числову обробку отриманих результатів досліджень та будували графічні залежності (рис. 2).

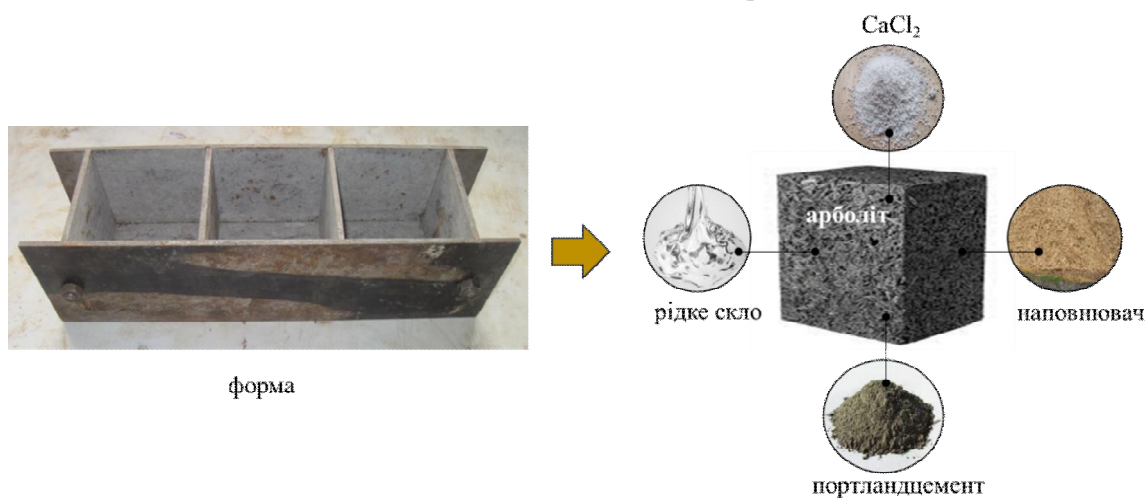


Рис. 1. Склад і вигляд арболіту

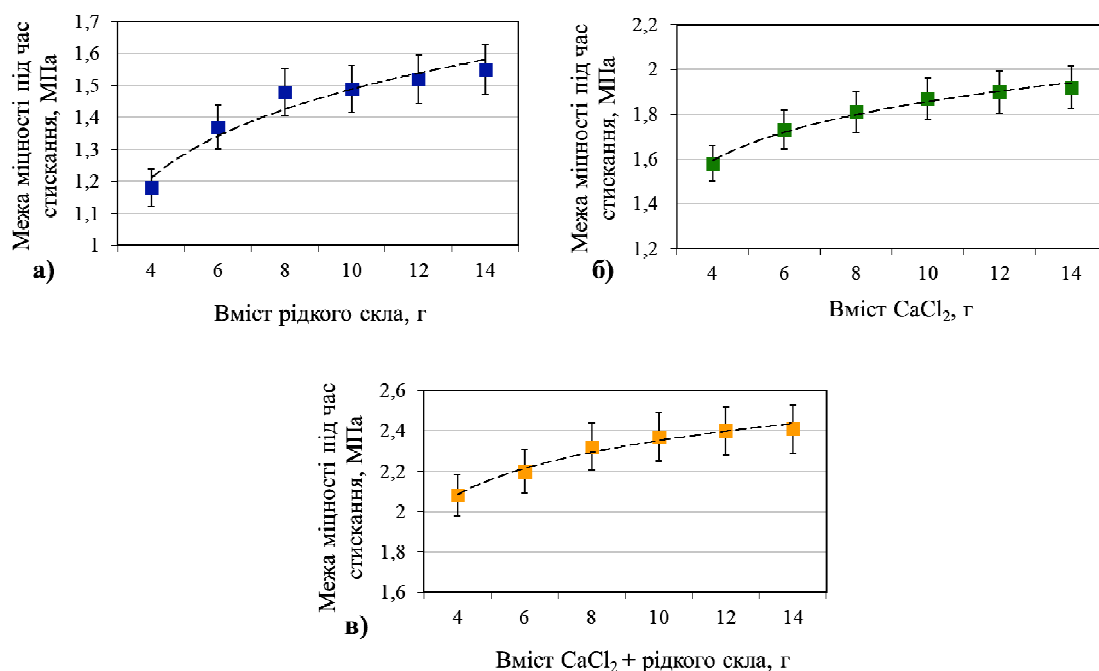


Рис. 2. Вплив вмісту хімічних добавок на міцність арболіту під час стискання: а) рідкого скла; б) хлориду кальцію; в) суміші добавок

Результати досліджень на рис. 2 добре описуються степенною функцією, яка демонструє швидке зростання показників міцності залежно від вмісту хімічних добавок від 4-х до 10 г, які потім сповільнюються і стабілізуються.

За вмісту добавок 10 г міцність арболіту на стиск після 14-ти діб витримки становить: для арболіту з умістом рідкого натрієвого скла 1,49 МПа; хлориду кальцію – 1,87 МПа; суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію – 2,37 МПа. Проте така ефективність застосування суміші хімічних добавок нівелюється здатністю її кристалізуватися, що ускладнює приготування арболітової композиції.

Під час збільшення в арболіті кількості хімічних добавок від 4-х до 10 г (1,0–3,0 % від маси цементу) міцність під час стискання зростає залежно від вмісту рідкого натрієвого скла на 26,27 %, хлориду кальцію – 18,35 %, і суміші добавок – 13,94 %. Тоді як за вмісту 12–14 г (3,6–4,2 % від маси цементу) міцність під час стискання не суттєво відрізняється і зростає залежно від кількості рідкого скла на 1,9 %, хлориду кальцію – 1,0 % і суміші добавок – 0,4 %. Отже, подальше

збільшення кількості хімічних добавок в арболіті є економічно недоцільним, адже з підвищенням їх витрати зростає його собівартість.

Результати впливу вмісту хімічних добавок на міцність твердіння арболіту в періоді від семи до 14-ти діб наведено на рис. 3.

Час витримки арболіту в періоді 7–14 діб позитивно впливає на його міцність. За вмісту добавок 10 г у період із 7-ми до 14-ти діб міцність арболіту на стиск зростає: для арболіту з умістом рідкого натрієвого скла з 1,29 МПа до 1,49 МПа; хлориду кальцію – з 1,67 МПа до 1,87 МПа; суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію – з 2,18 МПа до 2,37 МПа.

Більшу ефективність хлориду кальцію порівняно з рідким натрієвим склом можна пояснити тим, що він належить до групи прискорювачів твердіння і під час додавання в арболітову композицію взаємодіє з водорозчинними речовинами деревини, зменшуючи їх шкідливий вплив на цемент. Використання суміші хімічних добавок ефективне щодо зростання міцності арболіту, але вимагає заходів із запобігання її кристалізації.

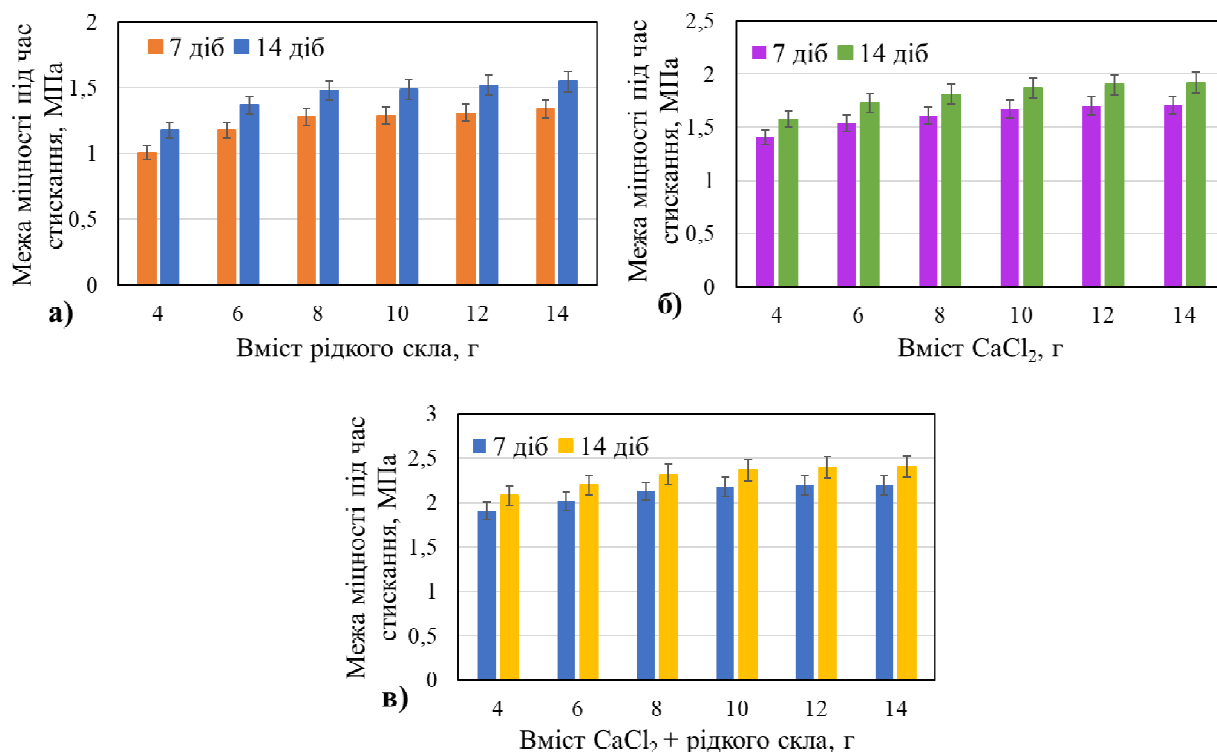


Рис. 3. Вплив вмісту хімічних добавок на міцність арболіту в періоді від семи до 14-ти діб: а) рідкого скла; б) хлориду кальцію; в) суміші добавок

Висновки. Додавання хімічних добавок до арболітової суміші дозволяє нейтралізувати шкідливі речовини і суттєво пришвидшити процес

твердіння арболіту. За вмісту добавок 10 г міцність арболіту на стиск після 14-ти діб витримки становить: для арболіту з умістом рідкого натрієвого

скла 1,49 МПа; хлориду кальцію – 1,87 МПа; суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію – 2,37 МПа. Проте така ефективність застосування суміші має суттєвий недолік – здатність кристалізуватися, що викликає значні труднощі у приготуванні арболітової композиції.

Вміст рідкого натрієвого скла в кількості 3,0 % від маси цементу покращує міцність арболіту на 26,27 % порівняно з додаванням 1,0 % від маси цементу. Подальше додавання рідкого скла в кількості 3,6–4,2 % від маси цементу збільшує міцність цементу лише на 1,9 % порівняно з результатом у 3,0 % від маси цементу. Вміст хлориду кальцію в кількості 3,0 % від маси цементу покращує міцність арболіту на 18,35 % порівняно з додаванням 1,0 % від маси цементу. Тоді як у кількості 3,6–4,2 % від маси цементу також не дає помітного поліпшення порівняно з результатом у 3,0 % від маси цементу (збільшення міцності на 1,0 %). Збільшення вмісту суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію з 1,0 % до 3,0 % від маси цементу покращує міцність арболіту на 13,97 %. Подальше додавання суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію з 3,0 % до 4,2 % від маси цементу збільшує міцність арболіту лише на 0,4 %.

Час витримки арболіту в періоді 7–14 діб позитивно впливає на його міцність. За вмісту добавок 10 г у період із 7-ми до 14-ти діб міцність арболіту на стиск зростає: для арболіту з умістом рідкого натрієвого скла з 1,29 МПа до 1,49 МПа; хлориду кальцію – з 1,67 МПа до 1,87 МПа; суміші рідкого натрієвого скла і хлориду кальцію – з 2,18 МПа до 2,37 МПа.

Отже, досліджувані хімічні добавки позитивно впливають на міцність арболіту, і додавання їх в арболітову композицію доцільне.

Бібліографічний список

1. ДСТУ Б В.2.7-271:2011 Арболіт та вироби з нього. Загальні технічні умови (ГОСТ 19222-84, MOD). Чинний від 2012-12-01. Київ: Мінрегіон України, 2012.
2. Арболіт для будівництва будинку: за та проти. *Dniprobud*. URL: <https://dniprobud.com.ua/ua/articles/arbolit-dlya-stroitelstva-doma> (дата звернення: 20.01.2025).
3. Бехта П. А. Технологія деревинних композиційних матеріалів: навч. посібник. Київ, 2003. 336 с.
4. Копанський М. М., Козак Р. О., Кусняк І. І. Характеристики деревинних композитів на основі стебел ріпаку та мінерального в'язучого. *Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість*. 2024. Вип. 50. С. 94–104. <https://doi.org/10.36930/42245008>.
5. Meng H. R. Research on Performance of Ecological Lightweight Cement-Based Wall Materials & Elasto-Plastic Analysis Model of Multi-Ribbed Wall. PhD thesis, School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture & Technology, Xi'an, China. 2007.
6. Yan L., Zhao Y., Yang J., Yang Z., Zhao S. Effect of wheat straw fiber on performance of cement paste. *Concrete*. 2012. Vol. 2. P. 60–62.
7. Ma SW. Effect of straw content on mechanical properties of cement based hollow block. *Guangdong Building Materials*. 2011. Vol. 9. P. 32–34.
8. Cheng G. L., Zhou Z. M., Yao G., Yu J., Kuang Y. Study and application of the construction technology of straw magnesium cement. *Chongqing Architecture*. 2008. Vol. 11 (11). P. 34–36.
9. Dong R. Production technology of straw fiber board. *Journal of Agricultural Engineering*. 1995. Vol. 20 (20). P. 10.
10. Fonne G. J. Portland Cement/Org Fibre/Fertilizer Mixes – Growing Medium for the Recovery and Stabilisation of Soils, 1975. German Patent DE2406968.
11. Jiang C., Yang R., Wei J., Zhao Y., Chen S. Design of molding machine of the straw facing wall brick and its application analysis. *Building Energy Efficiency*. 2015. Vol. 43 (3). P. 56–64.
12. Jinxiang Ch., Elsafi MAE, Tao Y., Yizhe R., Zhensheng G., Shuyang L. Research progress of wheat straw and rice straw cement-based building materials in China. *Magazine of Concrete Research*. 2018. Vol. 70 (2). P. 84–95.
13. Qu H. X., Pan S. X., Zhang G. Z., Liao S. H. Develop new-type straw fiber walling material with local supplies. *Anhui Architecture*. 2009. Vol. 2(2). P. 39–40.
14. Roffael E., Sattler H. Studies on the interaction between lignocellulosics (straw pulps) and cement. *Holzforschung*. 1991. Vol. 45 (5). P. 445–454.
15. Roffael E. Significance of wood extractives for wood bonding. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2016. Vol. 100 (4). P. 1589–1596.
16. Souza M. R. Effect of Carbon Dioxide Gas in Manufacturing Cement-Bonded Particleboard. *MS thesis, University of Idaho, Moscow, ID, USA*. 1992.
17. Zhang H. J. Straw Concrete Block Pilot Building Heat Preservation Performance Study. *Shandong Agricultural University, Shan Dong, China*. 2015.
18. Zhou W. Q., Qiu C. L., Zhen M. L., Yang Q. Q. Production Method of Annual Plant Fiber Cement Composite, China. 1992. Chinese Patent CN1066018, Nov.

Стаття надійшла 15.02.2025

УДК 624.01-691

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІЦНОСТІ КЛЕЄНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ БАЛОК ІЗ ЦІЛЬНОЇ ДЕРЕВИНИ

І. Буханевич

ORCID ID: 0009-0002-5362-1807

ТОВ «Мілвуд»

В. Маєвський, д. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-5820-9454

О. Удовиський, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-2234-806X

А. Манзюк, аспірант

ORCID ID: 0009-0007-2609-9036

З. Копинець, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-8977-6953

Національний лісотехнічний університет України

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.024>

Буханевич І., Маєвський В., Удовиський О., Манзюк А., Копинець З. Дослідження основних характеристик міцності клеєних конструкційних балок із цільної деревини

Обґрунтовано потребу та доцільність застосування клеєної деревини у сучасному будівництві, що визначається високими технічними й технологічними показниками її властивостей як конструкційного матеріалу, а саме природною екологічністю, достатньою міцністю, економічністю та енергоефективністю. Одним із таких рішень є дерев'яні клеєні балки, які завдяки технології склеювання поєднують природну міцність деревини та переваги інженерних матеріалів. Вони відзначаються високою жорсткістю при малій масі, простотою обробки й утилізації, екологічністю. Склеювання дає змогу усунути вади деревини та отримувати елементи різної довжини і перерізів, що забезпечує їхнє широке застосування. Клеєні конструкційні балки із цільної деревини здебільшого виготовляють на автоматизованих лініях за обов'язкових умов підтримання оптимальної температури та вологості, що гарантує стабільну високу якість такої продукції. При цьому вагомим значення має якісне сортування заготовок.

Для визначення міцності, а також для перевірки надійності шипового з'єднання клеєних дерев'яних конструкційних балок з цільної деревини, проведені лабораторні випробування.

Результати експериментальних досліджень свідчать, що для класу C24 значення міцності шипового з'єднання перебувають у діапазоні 35,65–50,19 Н/мм², а відповідне значення модуля пружності – 9693–11339 кН/мм².

Підтверджено високу міцність та надійність клеєних балок і шипових з'єднань, що робить їх перспективним конструкційним матеріалом у сучасному будівництві, здатним ефективно конкурувати з іншими будівельними матеріалами. Отримані результати корисні для використання у реальних виробничих процесах та для прогнозування фізико-механічних характеристик конструкцій з клеєних конструкційних балок з цільної деревини.

Ключові слова: конструкційні балки, клеєна деревина, шипове з'єднання, модуль пружності, міцність при згині.

Bukhanevych I., Maievskiy V., Udovitskiy O., Manziuk A., Kopynets Z. Study of the main strength characteristics of glued laminated structural beams made from solid wood

The necessity and advantages of utilizing glued laminated timber in contemporary construction are supported by its superior technical and technological properties as a structural material. These include its natural environmental friendliness, adequate strength, cost-effectiveness, and energy efficiency. A notable application is in glued laminated timber beams, which, due to the gluing technology, blend the inherent strength of wood with the benefits of engineered materials. These beams exhibit high rigidity at a low weight, ease of processing and disposal, and a commitment to environmental sustainability. The gluing process allows for the elimination of wood defects and enables the production of elements in various lengths and cross-sections, which ensures their extensive applicability. Glued structural beams made from solid wood are primarily manufactured on automated lines, where maintaining optimal temperature and humidity conditions is crucial for ensuring consistently high quality. Furthermore, precise sorting of the raw materials is essential.

To evaluate the strength and reliability of finger joints in glued structural beams from solid wood, comprehensive laboratory tests were conducted.

The results from these experimental studies indicate that for class C24, the strength values of the mortise and tenon joint range from 35.65 to 50.19 N/mm², with the corresponding modulus of elasticity falling between 9693 and 11339 kN/mm².

These experimental findings confirm the high strength and reliability of both glued beams and finger joints, positioning them as a promising structural material in modern construction that can effectively compete with other building materials. The results obtained are applicable for real production processes and for predicting the physical and mechanical characteristics of structures made from glued structural beams of solid wood.

Keywords: structural beams, glued laminated timber, finger joint, modulus of elasticity, bending strength.

Постановка проблеми. Сучасне будівництво характерне зростанням вимог до несучих конструкцій, зокрема до їхньої надійності, довговічності, екологічності та економічної доцільності [4–7; 11]. Одним із перспективних матеріалів для спорудження перекриттів і покриттів є дерев'яні клеєні балки (glulam), що поєднують у собі природну міцність деревини та технологічні можливості інженерних матеріалів [5; 16–19].

Розвиток будівельної галузі потребує розроблення більш міцних, дешевших і технологічних конструкцій. Для вирішення цих завдань значна увага приділяється використанню клеєної деревини, як конструкційного матеріалу. Такі конструкції за низкою техніко-економічних показників перевершують металеві та залізобетонні, зокрема мають меншу вагу за відносно високої міцності й жорсткості, є надійними і довговічними, прості в обробці й легкі в утилізації [1–3; 8; 10; 12; 15; 23]. Операція склеювання деревини дає змогу утворювати елементи значної довжини з великими поперечними перерізами, тому клеєну деревину широко використовують для створення конструкцій великих прогонів [1–8; 10; 16–19; 26]. Завдяки цьому такі конструкції успішно конкурують із сталевими та залізобетонними аналогами у галузі мостобудування, спорудження спортивних та громадських будівель, виробничих комплексів і навіть у висотному будівництві. Висока міцність та жорсткість у поєднанні з малою об'ємною масою роблять ці конструкції незамінними в дерев'яному будівництві та в елементах зі значним навантаженням у вузлових з'єднаннях [9; 11; 22].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними [20; 24], частка клеєних дерев'яних конструкцій у нових проєктах у країнах Центральної та Північної Європи досягла 28 %, тоді як у 2015 році вона становила лише 12 %.

Деревина є одним із найстаріших і найбільш поширеним будівельним матеріалом. Останні тренди сучасного світу – це здорове та гармонійне життя людини в поєднанні з природою [11; 22].

Незважаючи на переваги і позитивні аспекти використання деревини, цей матеріал має і низку несприятливих для будівництва властивостей –

неоднорідну волокнисту структуру і недоліки, пов'язані з ростом дерева, що суттєво впливають на механічні властивості. Деревина схильна до всихання і розбухання при зміні температурно-вологісних умов експлуатації конструкцій, піддається гниттю, може бути зруйнована комахами, є горючим матеріалом [1; 11; 14]. Негативні властивості деревини вимагають ретельного аналізу умов використання дерев'яних конструкцій, особливої уваги при будівництві і зменшенні причин, що сприяють прояву цих властивостей, а в деяких випадках і обмеженню застосування таких конструкцій.

Рациональними конструкційними формами, в яких нівелюється низький модуль пружності деревини, є каркаси і арки різного типу [8; 10].

Конструкції із клеєної деревини, як не дивно, мають високу вогнестійкість [12; 13; 21]. Клеєна деревина не розтріскується, як бетон чи залізобетон, та не плавиться, як сталь чи алюміній. Елементи з клеєної деревини абсолютно герметичні та мають високі показники звуко- та теплоізоляції. Також деревина має низьку теплопровідність, що позитивно впливає на енергозбереження, тож використання нових і більш технологічних дерев'яних будівельних матеріалів і конструкцій здобуває великий інтерес у суспільства.

Попри часто скептичне ставлення до деревини як основного конструкційного чи оздоблювального матеріалу, спостерігається зростання використання деревини в будівництві [20; 24]. Архітектори та будівельники починають усе більше використовувати дерево як у несучих конструкціях, так і в елементах інтер'єру. Так, наприклад, у грудні 2015 року в Норвегії, в місті Берген, завершили будівництво житлового комплексу «Treet Bergen» (рис. 1) на 14 поверхів заввишки 51 м [25]. У Стокгольмі спроектували і побудували дерев'яний восьмиповерховий житловий будинок (рис. 2), який є однією з найвищих будівель, цілком виконаних із дерева. Висота будинку – 26 м. Дерев'яну конструкцію будинку утворює модульний каркас із масиву дерева. Загальна вага цієї дерев'яної конструкції втричі менша за аналогічну, якби вона була виконана із залізобетону [27].



Рис. 1. Житловий комплекс «Treet» у місті Берген (Норвегія) [25]



Рис. 2. Будинок у Стокгольмі (Швеція) [27]

Для реалізації таких проєктів потрібно застосовувати інноваційні технології в деревообробці. Звичайні пиломатеріали потребують переробки і трансформації, адже їхні природні властивості обмежують використання у складних і багатоповерхових спорудах, а розміри пиломатеріалів лімітують їхнє використання в будівництві. Однією з можливостей досягнення цих цілей є використання клеєної конструкційної деревини.

Серед основних переваг клеєних балок виокремимо:

- високе співвідношення міцності до маси;
 - можливість перекривати великі прольоти;
 - стабільність розмірів та мінімальні деформації при висиханні;
 - екологічність (деревина – відновлюваний ресурс);
 - архітектурна виразність.
- Водночас є і проблеми, зокрема:
- висока чутливість до умов експлуатації (вологість, температура);
 - залежність міцності від якості клею та процесу склеювання;
 - необхідність контролю якості з'єднань.

Сучасні технології каркасного будівництва з клеєних брусів – революційний крок у світі архітектури та дизайну. Зазначений підхід не лише гарантує високу міцність і стійкість конструкцій, а й створює широкі перспективи для реалізації естетично привабливих дерев'яних споруд. Застосування таких клеєних брусів значно мінімізує ризик

деформації матеріалу, забезпечуючи довговічність будівель і їхню стійкість до зовнішніх впливів.

Перевага каркасного будівництва – у його швидкості та простоті реалізації. Це особливо важливо для тих, хто прагне найближчим часом збудувати свій дім мрії. Клеєні бруси легко транспортуються і можуть бути навіть попередньо виготовленими на заводі, що дає змогу суттєво скоротити час на монтаж.

Види таких клеєних із деревини конструкційних матеріалів наведено на рис. 3 Це матеріали, які виробляють на спеціалізованих підприємствах із обов'язковим дотриманням вимог чинних нормативних документів щодо пиломатеріалів, клеїв, технологічних регламентів виробництва, відповідної міцності тощо.

KVN – клеєна конструкційна балка з цільної деревини (рис. 4), яку виготовляють із сухих відсортованих пиломатеріалів відповідно до стандарту EN 14080 [16], які з'єднують на шип за допомогою клею. Термін KVN, який використовують у Німеччині, є аббревіатурою Konstruktionsvollholz, англійською – Solid finger jointed construction timber. Його використовують переважно для будівництва каркасних та панельно-каркасних будинків, дахів та малих архітектурних форм. Сертифікація відповідності характеристик та властивостей продукту відповідає EN 15497 [17].

У цьому дослідженні розглянуто основні характеристики міцності саме KVN. Основною якісною характеристикою KVN є клас міцності згідно з EN338:2016 Конструкційна деревина –

класи міцності [18]. За цією нормою виділяють класи міцності від C14 до C50. Визначати клас міцності до C30 необхідно візуальним та автоматизованим методами, а клас міцності понад C30 – тільки автоматизованим методом із використанням спеціалізованого обладнання. Класи міцності конструкційної деревини мають велике значення при проєктуванні та визначенні несучої здатності будівельних конструкцій. При проєктуванні дерев'яних будинків найпоширеніше використання класу міцності C24. Клас міцності – це сукупність характеристичних опорів: згину, розтягу вздовж і поперек волокон, стискання вздовж і поперек волокон, сколювання паралельно волокнам; показників жорсткості: модуля пружності вздовж волокон, 5 %-го квантіля модуля

пружності, модуля пружності поперек волокон, модуля зсуву; густини і середньої густини деревини. Характерні показники для класів міцності наведено в табл. 1 [18].

Показники міцності деревини залежать від щільності, орієнтації волокон, вмісту води, температури. Технічну якість пиломатеріалів можна покращити вирізанням сучків та інших вад деревини, з подальшим зрощенням оптимізованих відрізків пиломатеріалів у ламелі за довжиною з використанням зубчастого з'єднання.

Для виробництва клеєних конструкційних балок із цільної деревини KVH використовують сучасні технології та автоматизовані виробничі лінії. Схему технологічного процесу виробництва KVH на ТОВ «Мілвуд» наведено на рис. 5.

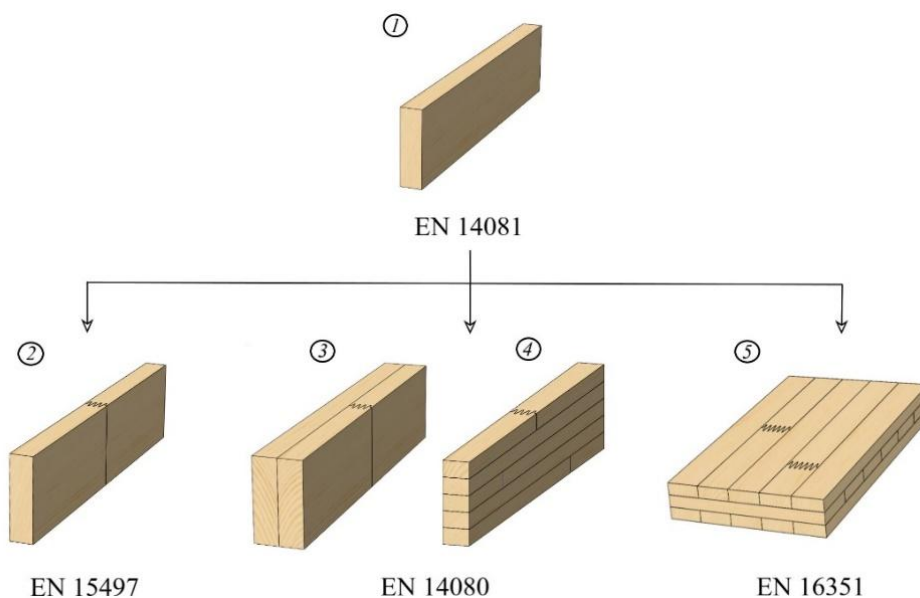


Рис. 3. Класифікація клеєних дерев'яних виробів згідно з європейськими стандартами:

- 1 – пиломатеріали, відсортовані за класами міцності;
- 2 – клеєна конструкційна балка з цільної деревини (KVH);
- 3 – клеєна по пласті дво- або тришарова деревина (DUO/TRIO);
- 4 – клеєна багатошарова деревина (BSH); 5 – поперечно клеєні багатошарові дерев'яні панелі (CLT) [16]



Рис. 4. Клеєна конструкційна балка з цільної деревини (KVH)

Таблиця 1

Характерні показники для класів міцності за 20 °C та RW 65 % [18]

Показник	Клас	C14	C24	C30	C50
Показники міцності, Н/мм²					
Міцність при навантаженні на згин	$f_{m,k}$	14	24	30	50
Розтяг паралельно волокнам	$f_{t,0,k}$	7,2	14,5	19	33,5
Розтяг перпендикулярно волокнам	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4
Стискання паралельно волокнам	$f_{c,0,k}$	16	21	24	30
Стискання перпендикулярно волокнам	$f_{c,90,k}$	2,0	2,5	2,7	3,0
Сколювання	$f_{v,k}$	3,0	4,0	4,0	4,0
Показники жорсткості, кН/мм²					
Середнє значення модуля пружності паралельно волокнам	$E_{m0,mean}$	7,0	11,0	12,0	16,0
5 % квантіля модуля пружності паралельно волокнам	$E_{m0,05}$	4,7	7,4	8,0	10,7
Середнє значення модуля пружності перпендикулярно волокнам	$E_{m90,mean}$	0,23	0,37	0,40	0,53
Середнє значення модуля пружності зсуву	G_{mean}	0,44	0,69	0,75	1,00
Щільність деревини, кг/м³					
Щільність	ρ_k	290	350	380	430
Середня щільність	ρ_{mean}	350	420	460	520

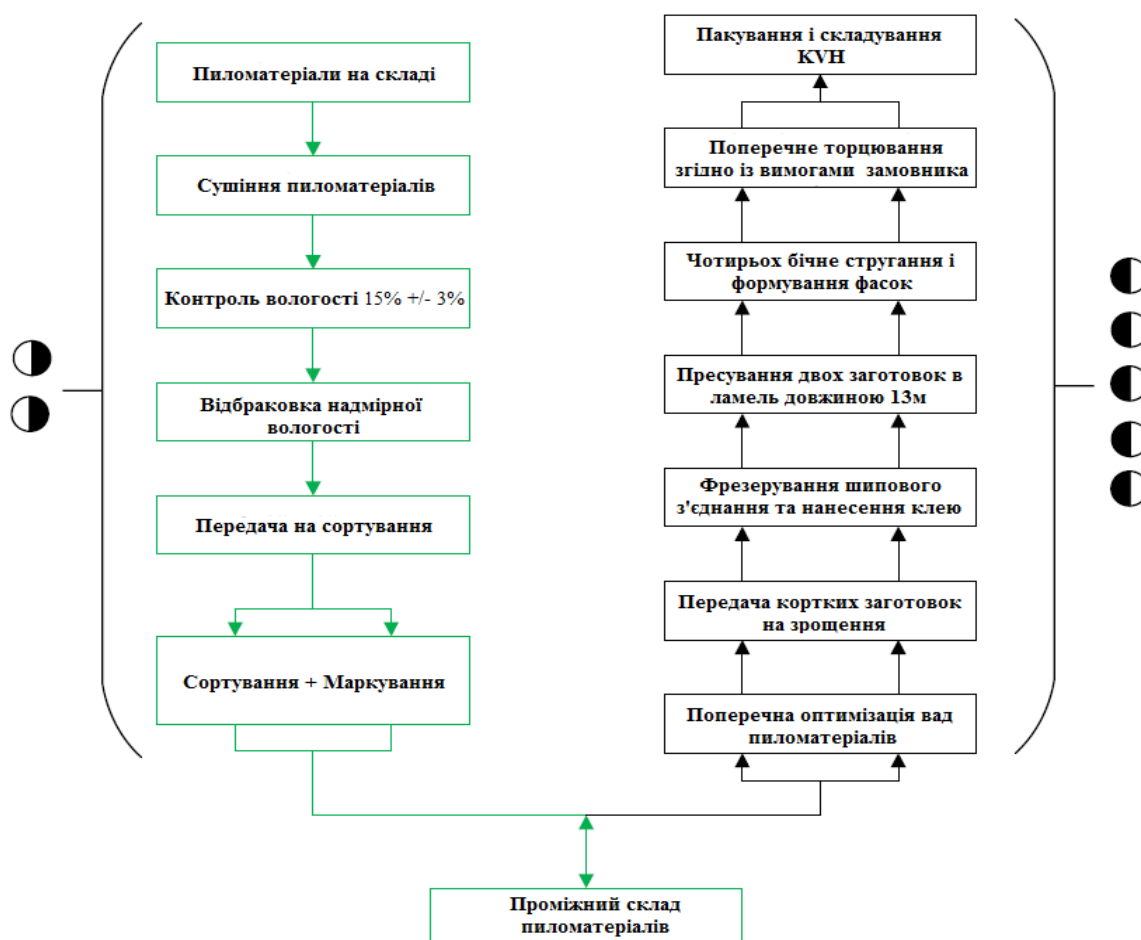


Рис. 5. Схема організації виробництва KVH на ТОВ «Мілвуд»

Для визначення міцності та жорсткості елементів, а також для тестування та перевірки надійності шипового з'єднання клеєних конструкційних балок із цільної деревини, доцільно застосовувати пружно-пластичні розрахункові моделі. Для цього застосовують лабораторне обладнання, на якому руйнівним методом визначають міцність шипового з'єднання.

Постановка завдання. Наше завдання – встановити міцність шипових з'єднань та модуля пружності клеєних конструкційних балок із цільної деревини завдяки методам дослідження експериментального і статистичного аналізу. Матеріал для дослідження: клеєні конструкційні балки з цільної деревини, виготовлені на деревообробному підприємстві ТОВ «Мілвуд».

Виклад основного матеріалу. Згідно з європейським стандартом EN 15497:2014 [17], міцність шипового з'єднання тестують за двома параметрами:

- встановлення модуля пружності при згині;
- встановлення міцності при згині поперек волокон.

Для проведення тестування здебільшого використовують послуги спеціальних сертифікованих тестувальних центрів, які забезпечені сучасним обладнанням та прогресивним програмним забезпеченням для оцінки основних характеристик матеріалу.

Завдання виробника – постійний контроль (один раз на зміну чи у випадках зміни перерізу матеріалу) міцності шипового з'єднання при згині вздовж волокон. Тому деякі виробники мають відповідне обладнання та проводять тестування самостійно. Загальна підготовка до проведення тестування складається з таких основних етапів:

- визначення та зазначення розмірів взірців;
- визначення вологості взірців;
- кондиціонування взірців;
- встановлення щільності взірців;
- підготовка та налаштування обладнання.

Розміри взірців вимірювали з точністю до 1 %, після їх кондиціонування та стругання. Кожен взірець маркували для ідентифікації. Вологість взірця визначали вологоміром.

Тестування виконували на взірцях, витриманих у приміщенні з температурою $20 \pm 2^\circ \text{C}$ та відносною вологістю $65 \pm 5\%$. Взірець вважали кондиційним, якщо він досягнув незмінної ваги. Незмінною вважається вага, коли різниця результатів двох останніх зважувань, проведених в інтервалі 6 год, не перевищує 0,1 % ваги взірця.

Щільність взірців визначали методом зважування. Після проведення тесту із взірця вирізали частину, яка є найближчою до місця зламу, але яка не містить сучків, смоляних кишень чи інших вад. Потім цей взірець зважували, перераховували його об'єм і визначали густину із розрахунку $\text{м}^3/\text{кг}$.

Перед тестуванням готували та налаштовували обладнання до процесу тестування як вказано на рис. 6, після проведення тесту і проведення аналізу складали протокол результатів тестування.

Обладнання налаштовували на кожну окрему товщину взірця (рис. 7).

Взірець для випробувань одержували випилюванням із конструкційної балки так, щоб шипове з'єднання було посередині взірця. Довжина взірця становила не менше ніж 18 його товщин. Середня частина, в якій розташоване шипове з'єднання, не містила недопустимих вад деревини, але допускалися сучки на пласті діаметром не більше ніж 10 мм.

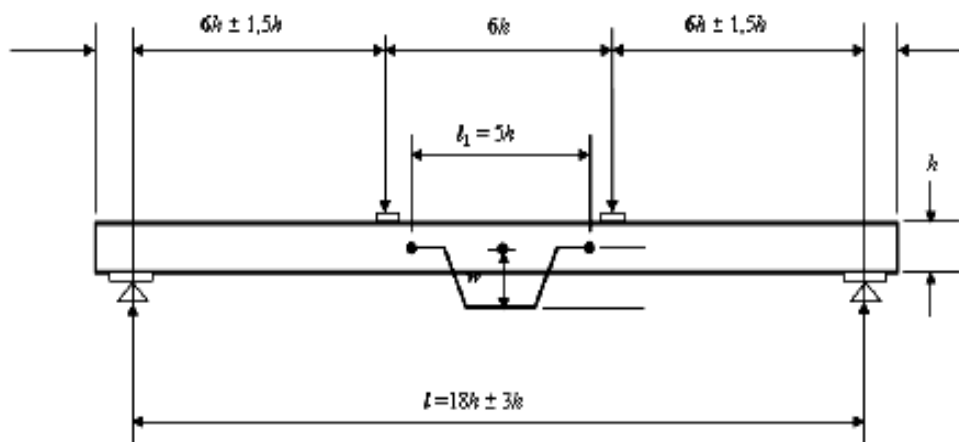


Рис. 6. Підготовка обладнання для вимірювання модуля пружності та міцності шипового з'єднання [19]

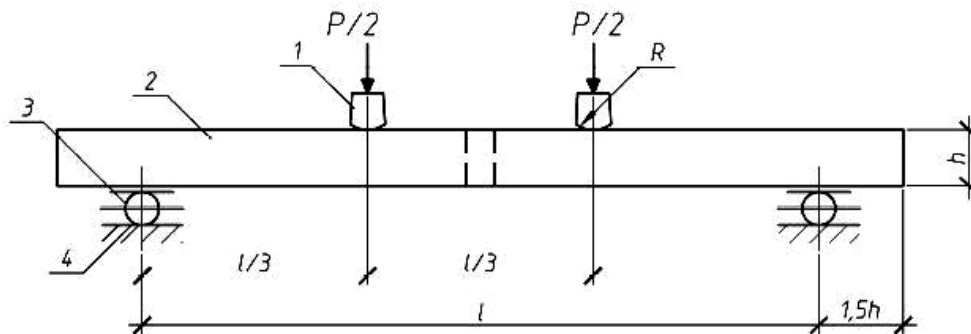


Рис. 7. Схема випробування шипового з'єднання [19]

Взірець навантажували на згин симетрично двома верхніми тягарями, відстань між якими ушестеро більша за товщину взірця. За потреби передбачали бокові прокладки, щоб уникнути викривлення та кручення взірця.

Зразок навантажували рівномірно з постійною швидкістю, що становила не більше ніж 0,003 товщини взірця (0,003h), при чому швидкість опускання була такою, щоб взірець був зруйнованим за 3–7 хвилин після початку навантаження. Вимірювання навантаження здійснювали з точністю 1 % від сили, що діє на взірець. Деформацію визначали як середню величину результатів вимірювання на обох бокових сторонах у нейтральній осі. Точність при вимірюванні деформації становила 1 %.

Під час випробувань фіксували значення руйнівного навантаження та характер руйнування зразка (відношення площі руйнування зразка до площі руйнування по клеєвому шиповому з'єднанню, виражене у відсотках). Показники властивостей клеєної конструкційної деревини розраховували за формулами модуля пружності і межі міцності. За потреби результати експериментальних досліджень приводили до однієї вологості 12 %.

Значення модуля пружності визначають за формулою [19]:

$$E_{m,g} = \frac{3al^2 - 4a^3}{2bh^3 \cdot \left(2 \cdot \frac{\delta_2 - \delta_1}{F_2 - F_1} \right)}, \quad (1)$$

де $F_2 - F_1$ – приріст сили навантаження, (Н); $\delta_2 - \delta_1$ – приріст деформації в міліметрах, яка відповідає $F_2 - F_1$; l – відстань (мм) між нижніми опорами, $= 18h$; a – відстань (мм) між двома верхніми опорами, $= 6h$; b і h – ширина і товщина (мм) поперечного перерізу.

Значення межі міцності шипового з'єднання визначали за формулою [19]:

$$f_m = \frac{3Fa}{bh^2}, \quad (2)$$

де F – сила, за якої відбувся злам взірця, (Н); a – відстань (мм) між двома верхніми опорами, $= 6h$; b і h – ширина і товщина (мм) поперечного перерізу.

Значний вплив на фізико-механічні характеристики деревини мають її порода, вологість, щільність, наявність вад та стан деревини. Все це вимагає визначення цих характеристик для деревини, з якої будуть виготовляти майбутні дослідні балки.

Для виготовлення дослідних взірців використано деревину ялини і ялиці із щільністю $\rho = 370\text{--}450 \text{ кг/м}^3$. Вибрана деревина відповідає класам візуального сортування С24 і С30, ознакою яких є висока технічна якість деревини залежно від виду, розмірів і розташування природних вад у пиломатеріалах згідно з європейським стандартом EN338:2004 «Лісоматеріали конструкційні. Класи міцності». Класифікація за класами міцності об'єктивна, оскільки є стала залежність міцності деревини різних порід дерев від їхньої щільності і наявності або відсутності вад.

Дослідні взірці – клеєні конструкційні балки, виготовляли на ТОВ «Мілвуд» із сухих ялинових і ялицевих пиломатеріалів товщиною 50 мм, вологість яких становила 12 %–14 %. Балки завдовжки 13 м виготовляли зрощуванням за довжиною на шип 20 мм, після цього їх фрезерували на чотирибічному верстаті до необхідного розміру за товщиною 45 мм і торцювали за довжиною на 900 мм взірці так, щоб клеєне шипове з'єднання було посередині взірця. Зрощували отримані взірці за допомогою двокомпонентного клею типу EPI. Після склеювання клеєні конструкційні балки витримували на накопичувальному транспортері для попередньої полімеризації клею, а потім переміщували їх у зону відстоювання для повного затвердіння клейового шва.

Дослідження взірців конструкційних балок із цільної деревини проводили на випробувальних

стендах науково-дослідної лабораторії Інституту деревини (м. Прага) (рис. 8).



Рис. 8. Вимірювання модуля пружності деревини за допомогою електронної лінійки на випробувальному стенді

Перед початком тестування кондиціювали взірці, тобто витримували у приміщенні науково-дослідної лабораторії. Для випробування відібрали десять взірців. Кожен взірець перевіряли на дотримання розмірів, вологості та щільності.

Випробування проводили у два етапи:

1. Визначення модуля пружності конструкційних балок із цільної деревини.
2. Визначення міцності шипового з'єднання конструкційних балок із цільної деревини при статичному згині.

Дослідні взірці випробовували як вільно обперті на двох нижніх опорах із прольотом 18h мм,

навантаження прикладали двома зосередженими силами у третинах прольоту 6h мм відповідно до схеми навантажень (див. рис. 6).

Випробування проводили в автоматичному режимі з отриманням відповідних графіків та числових показників випробування з інформацією про значення сили навантаження і час випробування.

Результати проведених випробувань засвідчили належну якість візуального сортування пиломатеріалів для клеєних конструкційних балок, склеєних шиповим з'єднанням за довжиною. Визначено показники міцності шипового з'єднання і модуль пружності, а також встановлено відхилення від нормативних параметрів [18].

У табл. 2 наведено результати експериментальних досліджень міцності шипового з'єднання клеєних конструкційних балок із цільної деревини.

Отримані дані експериментальних досліджень засвідчили, що приріст несучої здатності балок прямопропорційно залежить від модуля пружності. Прогини, деформація балок збільшувались рівномірно відповідно до збільшення навантаження, аж до початку руйнування.

Відхилення від нормативного параметра для класу C24 значень модуля пружності клеєних конструкційних балок наведено на рис. 9. Для дослідження відхилення індивідуальних значень від їхнього середнього значення розраховано коефіцієнт варіації модуля пружності десяти взірців, який становить 8 %, що свідчить про низьку мінливість модуля пружності кожного окремого взірця. Отримані результати підтверджують проведення якісного контролю за сортуванням пиломатеріалів та раціонального видалення вад деревини.

Таблиця 2

Результати експериментальних досліджень міцності шипового з'єднання клеєних конструкційних балок з цільної деревини

№ з/п	Міцність при згині f_m , Н/мм ²	Модуль пружності $E_{m,g}$, кН/мм ²
1	36,21	9693
2	45,49	11045
3	35,65	11339
4	40,32	9885
5	47,07	10696
6	43,23	10623
7	43,12	10499
8	49,35	11244
9	42,03	10823
10	50,19	11225

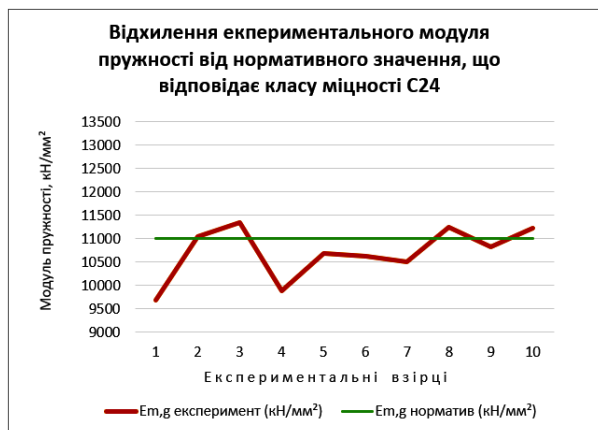


Рис. 9. Відхилення модуля пружності від нормативного значення

Відхилення від нормативного параметра для класу C24 значень міцності шипового з'єднання клеєних конструкційних балок наведено на рис. 10. Для дослідження відхилення індивідуальних значень від їх середнього значення розраховано коефіцієнт варіації міцності при згині, який становить 10 %, що свідчить про низьку мінливість міцності кожного окремого взірця. Отримані результати підтверджують проведення якісного контролю за сортуванням пиломатеріалів та раціонального видалення вад деревини.

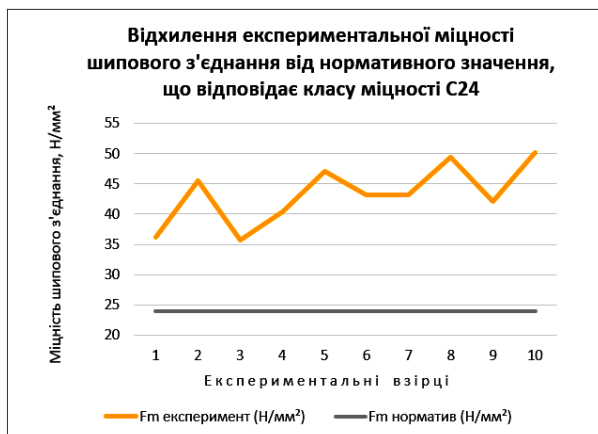


Рис. 10. Відхилення міцності шипового з'єднання від нормативного значення

Висновки

1. Доцільність застосування клеєної деревини у будівництві визначається високими технічними та технологічними показниками її властивостей як конструкційного матеріалу, а саме природною екологічністю, достатньою міцністю, економічністю та енергоефективністю.

2. Виробництво та оброблення клеєних конструкційних дерев'яних балок потребують

набагато менше витрат енергії, ніж виробництво будь-якого іншого конструкційного матеріалу. Тому використання виробів із клеєної деревини замість інших будівельних матеріалів значно зменшить шкідливі викиди в атмосферу.

3. Високої міцності конструкційної деревини досягають за рахунок процесу склеювання та видалення вад деревини.

4. Для виробництва клеєних конструкційних балок із цільної деревини КVN використовують сучасні технології та автоматизовані виробничі лінії. Для одержання якісної продукції, окрім сучасного обладнання, потрібно створити і підтримувати сталі оптимальні мікрокліматичні умови на всіх операційних процесах, а саме: проміжне зберігання пиломатеріалів, склеювання, пресування і стругання готової продукції. Такими умовами є температура в цеху 18–20 °С і відносна вологість у цеху 40–60 %.

5. Встановлено, що якість процесу сортування впливає на фізико-механічні властивості клеєних балок, що підтверджується експериментальним тестуванням відсортованих заготовок та визначенням міцності та модуля пружності.

6. Результати експериментальних досліджень міцності шипових з'єднань та модуля пружності клеєних конструкційних балок із цільної деревини свідчать, що для класу C24 значення міцності шипового з'єднання перебувають у діапазоні 35,65–50,19 Н/мм², а відповідне значення модуля пружності – 9693–11339 кН/мм². Коефіцієнт варіації модуля пружності для досліджених взірців становить 8 %, а коефіцієнт варіації міцності шипового з'єднання – 10 %. Отримані результати можна використовувати у реальних виробничих процесах та для прогнозування фізико-механічних характеристик конструкцій із клеєних конструкційних балок із цільної деревини.

Бібліографічний список

1. Барашиков А. Я., Колякова В. М. Будівельні конструкції: підручник. Київ: Слово, 2011. 255 с.
2. Гербут А. М. Сучасні дерев'яні конструкції: проєктування та розрахунок. Київ: Основа, 2020.
3. Гомон С. Ст., Гомон С. С., Сасовський Т. А. Діаграми механічного стану деревини сосни за одноразового короткочасного деформування до повної втрати міцності матеріалу. *Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*: зб. наук. праць. Рівне: НУВГП, 2012. Вип. 23. С. 166–171.
4. ДБН В.2.6-161:2017. Дерев'яні конструкції. Основні положення. Київ: Укрархбудінформ, 2017. 111 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-151:2010. Конструкції дерев'яні клеєні. Загальні технічні умови. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 110 с.

6. ДСТУ Б В.2.6-91:2009. Конструкції будинків і споруд. *Конструкції дерев'яні клеєні*. Номенклатура показників. – Чинний від 2010-04-01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 10 с.
7. ДСТУ-Н Б В.2.6-184:2012. Конструкції з цільної та клеєної деревини. Настанова з проектування. Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. 158 с.
8. Кондратюк С. Я. Опір матеріалів і будівельна механіка дерев'яних конструкцій. Київ: КНУБА, 2015.
9. Савчук О. В. Використання клеєних балок у мостобудуванні. Дороги і мости, 2021.
10. Сендзюк В. І., Герасименко І. В. Будівельні конструкції з деревини та пластмас. Львів: НЛТУ України, 2017.
11. Труш В. І., та ін. Використання клеєних балок у будівництві енергоефективних споруд. *Будівельні конструкції*. 2020. Т. 87, № 2.
12. Abed J., Rayburg S., Rodwell J., Neave M. A review of the performance and benefits of mass timber as an alternative to concrete and steel for improving the sustainability of structures. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No 9. P. 5570. <https://doi.org/10.3390/su14095570>.
13. Andrew H. Buchanan, Anthony Kwabena Abu. *Structural Design for Fire Safety*. 2nd Edition Wiley, 2017. 440 p.
14. Bengtsson C. Moisture influence on glulam beams. *Holz als Roh- und Werkstoff*. 2019. Vol. 77, No 4.
15. Blass H. J., Görlacher R. *Timber Engineering Step 1 & Step 2*. Almere: Centrum Hout, 1991–1995.
16. EN 14080:2013. Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber – Requirements. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, 2013. 88 p.
17. EN 15497:2014. Structural finger jointed solid timber – Performance requirements and minimum production requirements. Brussels: CEN, 2014.
18. EN 338:2016. Structural timber – Strength classes. Determination of characteristic values of mechanical properties. Brussels: CEN, 2016. 15 p.
19. EN 408+A1:2012. Timber structures – Structural timber and glued laminated timber – Determination of some physical and mechanical properties. Brussels: CEN, 2012.
20. European Commission, Directorate-General for Environment. *Impact Scan for Timber Construction in Europe 2023: Usage Rates of Engineered Wood Products in New Construction Projects*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. 76 с.
21. Frangi A., Fontana M. Fire behaviour of timber structures. *Fire Safety Journal*. 2018. Vol. 91. P. 37–45.
22. Ridoutt B. G., et al. Environmental impacts of engineered wood products. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 234.
23. Thelandersson S., Larsen H. J. (Eds.). *Timber Engineering*. – Chichester: John Wiley & Sons, 2003.
24. Timber Finance. *International Mass Timber Report 2023: Market Penetration and Trends in Europe*. Zürich: Timber Finance AG, 2023. 104 с.
25. Treet: Sustainable Housing, 2015. URL: <https://urbannext.net/treet-sustainable-housing/>. (дата звернення: 01.02.2025).
26. Udovyt'ska M., Mayevskyy V., Udovyt'skyi O., Kopynets Z., Manzyuk A. Development of Mathematical Model for Predicting the Cupping of Lumber. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II: Forestry Wood Industry Agricultural Food Engineering*. 2024. Vol. 17 (66), No 2. Pp. 111–126. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2024.17.66.2.7>.
27. URL: https://dominant-wood.com.ua/uk/blog/news/novi-tendencyi?srsId=AfmBOooiaLcU97gWAU0U3HkMBTT-nwcXXqDGirFTF815paFb3XkxC6_R_. (дата звернення: 01.02.2025)

Стаття надійшла 18.02.2025

УДК 69.059.4

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ТРИГРАННОЇ ЩОГЛИ ВИСОТОЮ 120 М

С. Бурчєня, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-6903-1134

Львівський національний університет природокористування

Н. Дудяк, д. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-2384-1991

Херсонський державний аграрно-економічний університет

С. Віхоть, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-1063-2103

Національний університет «Львівська політехніка»<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.034>

Бурчєня С., Дудяк Н., Віхоть С. Результати технічного обстеження метеорологічної тригранної щогли висотою 120 м

Подано результати технічного обстеження металевої тригранної щогли висотою 120 метрів з метою визначення причин її руйнування. Щогла розташована на майданчику із сейсмічністю 7 балів за шкалою сейсмічності, згідно з ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. Рельєф ділянки – гірський. Об'єкт розташований за межами населеного пункту на горі Плай (на відкритій місцевості). Ширина в осях поясних елементів змінна за висотою. Щогла набирається із елементів заводського виготовлення, висотою 2,4 м, 2,0 м та 1,5 м за допомогою фланцевих з'єднань та фіксується за допомогою відтяжок, розташованих у десяти рівнях. Конструктивна система – нерозрізна просторова металева ферма, розташована вертикально. Поперечний переріз щогли – рівносторонній трикутник. Вертикальні поясні елементи – сталеві труби, діаметром 60 мм та 48 мм. Решітка виконана з металевих повнотілих стрижнів діаметром 20, 18 та 16 мм. Відтяжки – сталевий канат, діаметром 10 мм. Просторова жорсткість забезпечена сумісною роботою тіла ферми та відтяжок.

Під час технічного обстеження щогли запроваджено методику натурних обстежень, яка дає можливість оцінити несучу здатність конструкцій.

У процесі обстеження виконано роботи: вивчення технічної документації об'єкта технічного обстеження; попередній огляд, під час якого визначено загальний стан конструкцій, і виявлення ділянок та конструкцій із видимими дефектами; детальне візуальне обстеження видимих дефектів, пошкоджень окремих конструкцій, їх деформації, тріщин в елементах та вузлах, руйнування; інструментальне обстеження за допомогою спеціального устаткування, приладів та апаратури для неруйнівних методів випробувань, приладів та устаткування для лінійних вимірів; під час технічного обстеження згідно із завданням були оглянуті усі елементи щогли, на основі чого надано висновки щодо її руйнування.

Ключові слова: щогла, обстеження, категорія технічного стану, секція, опора.

Burchenia S., Dudiak N., Vikhot S. Results of technical inspection of a 120-meter-high meteorological triangular mast

The article discusses the results of a technical inspection conducted on a 120-meter-high metal triangular mast to determine the causes of its failure. The mast is situated in an area with a seismicity rating of 7 on the seismicity scale, according to DBN V.1.1-12:2014 for Construction in Seismic Areas of Ukraine. The terrain is mountainous, and the site is located outside a settlement on Mount Plai, in an open area. The width in the axes of the belt elements varies with height. The mast is constructed from factory-made elements with heights of 2.4 meters, 2.0 meters, and 1.5 meters, using flange connections, and is anchored by guy wires at 10 different levels. The structural system is a vertically oriented continuous spatial metal truss. The cross-section of the mast forms an equilateral triangle. Vertical belt elements consist of steel pipes with diameters of 60 mm and 48 mm, while the lattice is made of solid metal rods with diameters of 20 mm, 18 mm, and 16 mm. The stays are steel cables with a diameter of 10 mm. The spatial rigidity of the structure is achieved through the combined action of the truss body and the stays.

During the technical inspection of the mast, a field survey methodology was employed to evaluate the load-bearing capacity of the structures.

The inspection included several steps: familiarization with and study of the technical documentation related to the inspection object; preliminary inspection to assess the general condition of the structure and identify sections with visible defects; detailed visual inspection of visible defects, including damage to individual elements, deformations, cracks in components and joints, and any destruction; instrumental inspection utilizing specialized equipment and non-destructive

testing methods, along with devices for linear measurements. Throughout the inspection, all elements of the mast were thoroughly examined, and conclusions regarding its failure were drawn based on these observations.

Keywords: mast, inspection, technical condition category, section, support.

Постановка проблеми. Забезпечити довговічність та надійність будівель можна завдяки вчасно проведеним технічним обстеженням конструктивних елементів будівлі [9; 11]. Основою для проведення обстеження є технічне завдання, яке формує замовник обстеження, а діагностування технічного стану окремих будівельних конструкцій та об'єкта в цілому здійснюють через виконання необхідної сукупності обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур, перелік і повноту яких зазначають у технічному завданні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вчасно проведене обстеження об'єкта дозволить встановити необхідність підсилення несучих конструкцій, що працюють на різні типи зусиль [3; 4; 5; 12], та вибрати надійний метод підсилення [5; 8] для подальшої безпечної експлуатації. Є низка причин, що можуть призвести до утворення дефектів та руйнування конструкцій: збільшення навантаження на конструкції, зміна конструктивної схеми при реконструкції тощо. Нові підходи до розрахунку [7; 10] та дослідження напружено-деформованого стану конструкцій будівель та штучних споруд [2] дають змогу зменшити витрати матеріалів та покращити техніко-економічні показники.

Постановка завдання. Наше завдання – обстеження металеві тригранної щогли висотою 120 м для визначення причин її руйнування, надання рекомендацій щодо проектування та конструювання щогл на висоті більше 1000 метрів над рівнем моря для їх безпечної експлуатації за призначенням.

Виклад основного матеріалу. Щогла розташована на майданчику із сейсмічністю сім балів за шкалою сейсмічності, згідно з ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. Рельєф ділянки – гірський. Об'єкт розташований за межами населеного пункту на горі Плай (на відкритій місцевості).

Висота металеві щогли – 120 м. Ширина в осях поясних елементів змінна за висотою. Щогла набирається із елементів заводського виготовлення, висотою 2,4 м, 2,0 м та 1,5 м за допомогою фланцевих з'єднань. Щогла фіксується за допомогою відтяжок, розташованих у десяти рівнях.

Конструктивна система – нерозрізна просторова металева ферма, розташована вертикально (рис. 1). Поперечний переріз щогли – рівносторонній трикутник. Вертикальні поясні елементи – сталеві труби, діаметром 60 мм та 48 мм. Решітка виконана з металевих повнотілих стрижнів діаметром 20, 18 та 16 мм. Відтяжки – сталевий канат, діаметром 10 мм. Просторова жорсткість забезпечена сумісною роботою тіла ферми та відтяжок.

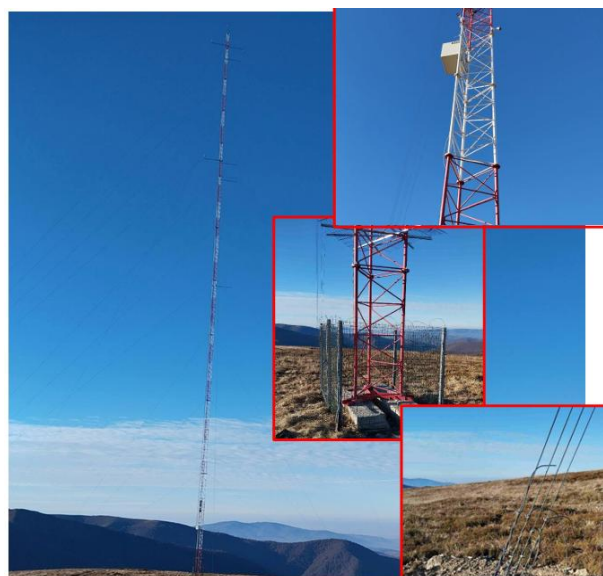


Рис. 1. Загальний вигляд щогли

Фундаменти щогли та анкери відтяжок не обстежувалися. Шурфування не проводилось. На рис. 2–3 зображено наземні частини фундаменту щогли та анкерів відтяжок.



Рис. 2. Загальний вигляд надземної частини фундаменту

На верхній площині залізобетонного фундаменту розташовані анкерні болти. Опирання щогли на фундамент – шарнірне. До нижніх фланців опорного її елемента прикручені короткі сталеві елементи із швелерів, розвернуті полочками вниз (рис. 4, 5). Цими елементами щогла опирається на опорну раму у вигляді металевих швелерів, які з'єднані у формі трипроменевої зірки.



Рис. 3. Загальний вигляд анкерного кріплення відтяжок метеощогли

Із слів представника замовника анкерні бетонні елементи відтяжок були привезені на будівельний майданчик у вигляді блоків. Ці блоки були опущені у викопані заздалегідь котловани на глибину приблизно три метри. Троси щогли з'єднані з анкерами через талрепи (рис. 5), які кріпляться до розподільчих металевих пластин, що прикріплені до металевих тягів. Металеві тяжі прикріплені безпосередньо до залізобетонних фундаментних блоків. На момент обстеження щогла була зруйнована (впала). Дефектів фундаменту

щогли та фундаментів-анкерів відтяжок не виявлено.



Рис. 4. Опорна частина щогли в момент обстеження

Висновок: фундамент щогли та фундаменти-анкери відтяжок у задовільному технічному стані (категорія технічного стану – «2»).

Виявлені дефекти описані в табл. (позначення секцій у таблиці прийнято від 1 до 56, де 1 – опорний елемент, а 56 – оголовок щогли).

Усі секції щогли оцинковані. Поверх цинкового покриття виконано їх додаткове фарбування емалевими фарбами білого та червоного кольорів. З'єднання елементів щогли – фланцеві. Фланці виконані з металевих круглих пластин товщиною 16 мм. Болти та гайки фланцевих з'єднань М16. У місцях кріплень відтяжок (на рівні з'єднань секцій) передбачені діафрагми жорсткості та спеціальні пластини з отворами для кріплення тросів (рис. 6). Діафрагми жорсткості виконані у формі трипроменевої зірки з пластин товщиною 8 мм та шириною 170 мм. В отвори пластин встановлені коуші, через які протягнуті канати. Фіксація канатів виконана із допомогою спеціальних затискачів.



Рис. 5. Загальний вигляд щогли після падіння



Рис. 6. Діафрагма жорсткості в місцях кріплень відтяжок

Таблиця

Дефекти щогли

Нумерація елементів щогли	Позначення у проєкті	Геометричні розміри в осях	Довжина, мм	Опис, виявлені дефекти
1	2	3	4	5
1–5	C1	900	2400	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 20 мм, пошкоджень та деформацій не виявлено
6–7	C1	900	2400	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 20 мм, виявлено деформації від падіння зверху на іншу секцію (рис. 7)
8	C1	900	2400	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 20 мм. Між секцією 8 та 9 встановлена діафрагма та прикріплені троси розтяжок Т1. Деформацій не виявлено
9	C2	900	2400	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 20 мм. Виявлено деформації в розкосах
10	C3	900-700	2400	Секція перехідна з 900 мм на 700 мм в осях трикутника (база). Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 20 мм. Секція 10 є перехідною – осьові розміри сторін трикутника в нижній частині рівні 900 мм, а у верхній 700 мм. На з'єднаннях між 10 та 11 секціями відбувся згин щогли. В секції 10 деформовані основні труби ствола та розкоси (рис. 8)
11	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. У секції 11 деформовані основні труби ствола та розкоси (рис. 9). Відбувся згин щогли. Між секцією 11 та 12 проєктом передбачено діафрагму, але її там не виявлено
12–14	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Деформацій не виявлено
15	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Між 15 та 16 секціями

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
				встановлені троси розтяжок та діафрагма жорсткості. У місці фланцевих з'єднань секцій 15 та 16 зафіксовано невеликий згин щогли – втрата прямолінійності та розрив, в одному фланцевому з'єднанні, болтів
16–18, 20–21, 23, 26–27	C4-C5 C4 C5 C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Деформацій не виявлено
19	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Зафіксовано згин секції із зломом головних несучих труб ствола щогли (рис. 10-11 прямолінійний «зріз/розрив» труб)
22	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Деформацій не виявлено Між секцією 22 та 23 встановлені троси розтяжок
24	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Між секцією 24 та 25 зафіксовано розрив болтів у фланцевих з'єднаннях та відповідно згин ствола щогли
25	C4	700	2000	Діаметр труб – 60 мм, розкоси – 18 мм. Розрив болтів з'єднань з секцією 24. Деформації труб у місцях кріплення фланців. Лежить під секціями 1–5
28	C6	700	2000	Діаметр труб ствола 48 мм (перехід на менший діаметр основних труб ствола щогли), розкоси 18 мм. Між секцією 28 та 29 встановлено діафрагму та прикріплені троси розтяжок. Один з тросів розірваний! Секція сильно деформована, оскільки в наступній секції відбулось руйнування
29	C8	700	2000	Діаметр труб ствола 48 мм, розкосів – 18 мм. Зігнуті розкоси, труби деформовані та розірвані, також зафіксовано розрив тросу відтяжки
30–33 35–38	C7	700	2000	Діаметр труб ствола 48 мм, розкосів – 18 мм. Деформацій не виявлено
34	C7	700	2000	Діаметр труб ствола 48 мм, розкосів – 18 мм. Між секціями 34 та 35 встановлено діафрагму та прикріплені троси розтяжок. Зафіксовано руйнування труб ствола щогли через їх розрив
39	C9	700-500	2000	Секція перехідна. Перехід на менший переріз, з 700 мм на 500 мм в осях. Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 18 мм. Деформацій не виявлено

Продовження таблиці

1	2	3	4	5
40	C10	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Між секціями 40 та 41 встановлено діафрагму та троси розтяжок). Зафіксовано згин та розрив секції
41	C11	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Секція деформована
42	C10	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Секція розірвана (рис. 12)
43	C10	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Деформована
44	C10	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Дефектів не виявлено (між секціями 44 та 45 проєктом передбачено діафрагму та троси розтяжок)
45–47, 49	C11, C10, C10, C11	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Дефектів не виявлено
48	C10	500	2000	Діаметр труб ствола щогли 48 мм, розкосів – 16 мм. Між секцією 48 та 49 встановлена діафрагма та прикріплені троси розтяжок. Слід зауважити, що в цьому місці встановлені додаткові стабілізаційні троси, які закріплені у вигляді петлі за труби секції. Секція зігнута та розірвана
50	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Секція деформована, одна з труб має ознаки втрати стійкості та розірвана (рис. 13)
51	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Труби та розкоси секції мають незначні деформації
52	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Між секцією 52 та секцією 53 встановлена діафрагма та прикріплені троси розтяжок. Секція деформована, одна з труб має ознаки втрати стійкості та розірвана
53	C11	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Зафіксовано незначні деформації труб та розкосів
54	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Спостерігається деформація труб та розкосів секції (до секції прикріплені конструкції з датчиками).

Закінчення таблиці

1	2	3	4	5
55	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Секція деформована від падіння на неї іншої частини щогли.
56	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Між секцією 56 та 57 встановлена діафрагма та троси розтяжок.
57	C11	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Деформацій не виявлено.
58	C10	500	2000	Діаметр труб 48 мм, розкоси 16 мм. Деформацій не виявлено
КТ1	КТ1		36300	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ2	КТ2		46200	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ3	КТ3		57500	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ4	КТ4		82200	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ5	КТ5		91500	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ6	КТ6		101400	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ7	КТ7		116500	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ8	КТ8		123000	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770. Розрив
КТ9	КТ9		129700	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770
КТ10	КТ10		136500	Канат 10-Г-В-Ж-Н-1770



Рис. 7. Пошкоджена секція 6 від падіння на інший фрагмент щогли



Рис. 8. Згин щогли в місці з'єднання секції 10-ї та 11-ї



Рис. 9. Секції 11–19 (на передньому плані секція 19 – зруйнована)



Рис. 10. Згин із ламом секції 19 (характерне прямолінійне руйнування труби у вигляді «зрізу»)



Рис. 11. Розрив 42 секції та згин 44-ї (на передньому плані секція 41)



Рис. 12. Руйнування із згином секції 47 (ближній план)



Рис. 13. Деформації і розрив труби в секції 50



Рис. 14. Деформації і розрив труби в секції 52

Аналізуючи нашарування одних елементів щогли на інших, можна змодельовати поетапне її руйнування: спочатку почали руйнуватись труби верхніх секцій щогли. Труби секцій 51 та 53 зруйнувались від перемінних зусиль стиску та розтягу, що чітко видно на рис. 14. Після розриву елементів цих секцій, імовірно, збільшився ексцентриситет і момент, що утворився від ваги ожеледі, зламав щоглу в секції 47. Слід зауважити, що секція 47 була опорною, оскільки до неї кріпилися відтяжки.

Під час руйнування (падіння) фрагменту 48–58 він потягнув за собою фрагмент із секцій 47–39. Ця частина щогли зігнулася спочатку на елементі 44, потім на 41, і була відірвана від щогли на рівні 40-ї секції. Як і попереднє руйнування, воно відбулося на рівні розташування тросів відтяжок.

- Наступний фрагмент, який був зруйнований (секції 34–29). Ці секції були розташовані між діафрагмами, до яких кріпилися троси відтяжок.

- Фрагмент із скручених секцій 34–29, аналогічно до попереднього, був розташований між опорними вузлами кріплення тросів відтяжок.

- Останній найдовший фрагмент – 29–1 – падав останнім, оскільки наклав собою усі інші секції, що вже лежали на землі. У цьому елементі спостерігаємо розрив болтів фланцевих з'єднань у секції 25, згин секцій 19 та 10. Фактично руйнування відбувалось зверху вниз.

Висновки. Руйнування розпочалось із верхніх секцій щогли 48–58. Кожен верхній фрагмент із елементів щогли, що падав, зумовлював надмірні моменти в опорних зонах, які руйнували головні несучі елементи секцій щогли. Руйнування щогли відбулось зверху донизу. Розрив труб у верхніх секціях свідчить, що труби не витримали навантаження від ожеледі. Виявлений дефект стикового з'єднання труби в секції 19 міг стати причиною збільшення амплітуди коливання щогли і відповідно збільшення згинальних моментів, які стали руйнівними.

Бібліографічний список

1. ДСТУ Н Б В.1.2-18:2017 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення їх оцінки та технічного стану. Київ: «УкрНДНЦ», 2017. 47 с. [Чинний з 2017.04.01].

2. Babyak I., Vikhot S. Testing and the Possibility of Using the A-IIIb Periodic Profile Reinforcement for Bridge Running Structures. *Lecture Notes in Civil Engineering, 604 LNCE*. 2024. Pp. 1–10. DOI: 10.1007/978-3-031-67576-8_1
3. Blikharsky Y., Vashkevych R., Kopiika N., Bobalo T., Blikharsky Z. Calculation residual strength of reinforced concrete beams with damages, which occurred during loading. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. № 1021 (1). DOI: 10.1088/1757-899X/1021/1/012012
4. Blikharsky Z., Bobalo T., Kramarchuk A., Ilnytsky B., Vashkevych R. Bearing capacity of stone beam reinforced by GFRP, *Lecture Notes in Civil Engineering. Proceedings of 2nd International scientific conference on Eco-Comfort and Current issues of civil engineering EcoComfort*, Lviv; Ukraine, 16–18 September 2020. Vol. 100. P. 42–52. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57340-9_6
5. Blikharsky Z., Shnal T., Khmil R. The influence of the damaged reinforcing bars on the stress-strain state of the reinforced concrete beams. *Production Engineering Archives*. 2017. № 14. Pp. 23–26. DOI: 10.30657/pea.2017.14.06
6. Bobalo T., Blikharsky Y., Selejdak J., Kopiika N., Blikharsky Z. Concrete Beams Reinforced with High Strength Rebar in Combination with External Steel Tape. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2023. № 13 (7). DOI: 10.3390/app13074528
7. Burchenya S., Famulyak Y., Sobczak-Piastka J. Modelling of Work of Cut and Stretchy Sheet in Span Beam Structures with the Mixed Reinforcement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019. № 362 (1). DOI: 10.1088/1755-1315/362/1/012114
8. Burchenya S., Sobczak-Piastka J. The research of bearing capacity and stress-strain behavior of bending complex steel concrete beams. *AIP Conference Proceedings, 2077*. 2023. DOI: 10.1063/1.5091871
9. Burchenya S., Vikhot S., Surmai M., Mishchenko Y. The results of the technical inspection of the production building on Buika street, house 24 in the City of Lviv. *AIP Conference Proceedings*. 2023. № 2949 (1). <https://doi.org/10.1063/5.0165906>
10. Vybranets Y., Vikhot S. Spatial Calculation of Metal Truss Structure in Joint Work with Reinforced Concrete Slab. *Lecture Notes in Civil Engineering, 290 LNCE*. 2023. Pp. 450–458. DOI: 10.1007/978-3-031-14141-6_46
11. Vybranets Y., Vikhot S., Burchenya S. Design Recommendations for Flat Monolithic Reinforced Concrete Slabs. *Lecture Notes in Civil Engineering, 604 LNCE*. 2024. Pp. 602–610. DOI: 10.1007/978-3-031-67576-8_56
12. Vybranets Y., Vikhot S., Burchenya S. Field Tests and Analysis of Flat Monolithic Reinforced Concrete Slabs. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2024. № 438. Pp. 484–497. DOI: 10.1007/978-3-031-44955-0_49

Стаття надійшла 10.02.2025

УДК 666.972.2:691.32 + 628.5

БЕТОНИ З БІОВУГІЛЛЯМ ДЛЯ СТАЛОГО БУДІВНИЦТВА

О. Мазурак¹, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-7846-2799

А. Мазурак¹, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-7367-774X

У. Марущак², д. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-3451-7521

А. Регуш¹, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-1427-4515

Т. Мазурак¹, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0000-8789-3224

Р. Мазурак¹, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0001-8369-6258

¹Львівський національний університет природокористування

²Національний університет «Львівська політехніка»

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.043>

Мазурак О., Мазурак А., Марущак У., Регуш А., Мазурак Т., Мазурак Р. Бетони з біовугіллям для сталого будівництва

Добавки біовугілля (БВ) у бетони мають високий потенціал використання, як завдяки екологічності, так і завдяки їхнім покращеним властивостям. Висвітлено аспекти використання різних біовугільних добавок у складі бетонів, охарактеризовано методи виробництва біовугілля та вплив різних факторів на якість біовугільних матеріалів. Представлено фізико-хімічні властивості біобетонів, їхній склад, властивості та проблеми, пов'язані з традиційними методами виробництва. До переваг біовугілля у бетонах відносять здатність бути потенційними поглиначами карбону та заміником в'язучого, а також покращення показників міцності, експлуатаційних характеристик довговічності. Розглянуто процес формування бетонів, концентруючись на процесах утворення бетонної матриці з біовугіллям. Проаналізовано методологію введення біовугілля до бетонної матриці, критерії вибору вихідної сировини, протоколи змішування компонентів та процедури контролю якісних характеристик кінцевого продукту. Розглянуто процеси гідратації та структуроутворення цементного каменю з біокомпонентом. Наведено приклади досліджень бетонів з біовугільною складовою, умови їх тверднення та будівельно-технічні властивості одержаних біобетонів. Особливу увагу приділено оцінці екологічних аспектів застосування «зелених бетонів» з біовугіллям на основі біовідходів рослинного походження, включно з їхнім екологічним профілем, економічною обґрунтованістю, аналізом життєвого циклу, а також реальним потенціалом зниження емісії парникових газів. Огляд також охоплює наявні проблеми, прогнозовані напрямки розвитку та потенційні сфери для майбутніх науково-дослідних робіт у контексті складових біовугільних бетонів. Наведено систему сертифікування біобетонів SCS за європейським стандартом ЕВС. Представлений комплексний аналіз забезпечує детальне розуміння властивостей, технології виробництва та екологічної значущості біовугільних цементних композитів та бетонних систем, слугуючи орієнтиром для подальшого прогресу в галузі екологічного матеріалознавства, будівництва та розвитку циркулярної економіки.

Ключові слова: біовугілля, цемент, бетон, міцність, біовідходи, будівництво.

Mazurak O., Mazurak A., Marushchak U., Rehush A., Mazurak T., Mazurak R. Concretes with biocharol for sustainable construction

Biochar (BC) additives in concrete have a high potential for use, both due to their environmental friendliness and their improved properties. The review highlights the aspects of using various biochar additives in concrete, characterizes biochar production methods and the influence of multiple factors on the quality of biochar materials. The physicochemical properties of bioconcretes, their composition, properties and problems associated with traditional production methods are presented. The advantages of biochar in concrete include the ability to be potential carbon absorbers and a binder substitute, as well as improving strength indicators, operational characteristics (durability, thermal insulation properties, fire resistance and frost resistance). This scientific work considers the process of forming concrete, focusing on the processes of forming a concrete matrix with biochar. The study analyzes the methodology for introducing biochar into the concrete matrix, criteria for selecting raw materials, component mixing protocols and procedures for controlling the quality characteristics of the final product. The processes of hydration and structure formation of cement stone with a biocomponent are considered. Examples of research on concrete compositions with a biochar component, their hardening conditions and construction and technical properties of the resulting bioconcretes are given. Particular attention is paid to the assessment of environmental aspects of the

use of "green concretes" with biochar based on biowaste of plant origin, including their environmental profile, economic feasibility, life cycle analysis, as well as the real potential for reducing greenhouse gas emissions. The review also covers existing problems, predicted development directions and potential areas for future research in the context of biochar concrete components. The SCS bioconcrete certification system, according to the European standard EWC, is given. The presented comprehensive analysis provides a detailed understanding of the properties, production technology and environmental significance of biochar cement composites and concrete systems, serving as a guideline for further progress in the field of ecological materials science, construction and the development of the circular economy.

Keywords: biochar, cement, concrete, strength, biowaste, construction.

Постановка проблеми. Значні обсяги емісії вуглекислого газу цементною індустрією є суттєвою перешкодою на шляху досягнення довгострокового сталого розвитку та формування сприятливого соціального середовища. Застосування біовугілля (БВ) для створення стійких цементних композитів з доданою економічною вартістю та відповідними експлуатаційними характеристиками останнім часом викликають значний інтерес дослідницької спільноти [5, с. 02859; 6, с. 111959; 23, с. 87; 28, с. 100456; 32, с. 143136]. У даному огляді проводиться аналіз факторів, що визначають фізико-хімічні властивості матеріалів з біовугіллям на основі різних органічних біовідходів, методів оптимізації їхніх складів для прогнозування і покращання експлуатаційних властивостей нових біокомпозиційних матеріалів та їхніх еколого-економічних показників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Викиди парникових газів, пов'язані з виробництвом матеріалів, транспортуванням та будівництвом, а також утилізацією після закінчення терміну служби, – чинники, які все більше звертають на себе глобальну увагу останні десятиріччя. Дослідження впродовж останніх років у галузі будівельного матеріалознавства свідчать про зростаюче інтегрування біовугільних композитів у будівельні матеріали [10, с. 8; 15, с. 822; 16 с. 112; 25, с. 5345; 30, с. 124074].

Біовугілля (БВ), одержане шляхом піролізу біомаси, позиціонується як вуглецево-негативний матеріал, що відіграє ключову роль у зменшенні глобальних вуглецевих викидів [9, с. 273; 13; 17, с. 175], згідно із стратегіями Європейського зеленого курсу (European Green Deal).

Застосування біовугілля, виготовленого із сільськогосподарських відходів, у будівництві є стійким рішенням, що не завдає шкоди довкіллю. Воно ефективно виконує роль в'язучого компонента та наповнювача, покращуючи ключові властивості будівельних матеріалів: механічну міцність, реологічні характеристики, здатність до водопоглинання, теплоізоляцію, хімічну стабільність та екологічну безпеку [11, с. 784; 21, с. 65].

Розгляд біовугілля як добавки до цементних розчинів (бетонів), його потенціал для поліпшення якості бетону в різних будівельних застосуваннях на сьогодні набирає чималої важливості. Дослідження [8, с. 442; 19, с. 570; 21, с. 65; 47, с. 103348] показують, що оптимальне додавання біовугілля в межах 1–3 %, або ж до 5 % демонструє найкращі результати. Окрім того, використання біовугілля як важливого елемента в будівельній індустрії є економічно обґрунтованим та екологічно корисним, адже сприяє скороченню викидів CO₂ та дає глибоке розуміння можливостей його використання.

Постановка завдання. Наше завдання – критичне оцінювання досліджень впливу введення різних видів біовугілля до складу різноманітних цементних композитів та бетонів, вивчення закономірностей їх гідратації та структуроутворення, потенційних сфер застосування для розробки більш ефективних та економічно вигідних технологій та повної реалізації потенціалу нових біоматеріалів для будівництва за мінімізації екологічного впливу їх виробництва.

Виклад основного матеріалу.

Вплив сировини на біовуглецеві добавки до цементів та бетонів. Для забезпечення високоякісного розвитку цементної промисловості останніми роками активно досліджуються та впроваджуються різні методи боротьби з викидами вуглецю, зокрема його вловлювання, переробка без втрат основних експлуатаційних властивостей цементних систем та бетонів. Серед можливих рішень особливу увагу привертає розробка стійких цементних матеріалів із низьким вмістом вуглецю як заміна традиційному цементу [2, с. 145; 5, с. 4442; 33, с. 53; 37]. Ефективність використання таких матеріалів, як подрібнена зола-винесення, десульфурований гіпс та гранітна дрібна фракція, для зменшення екологічного впливу цементних композицій підтверджується численними дослідженнями [35, с. 62; 33, с. 53]. Однак широке застосування цих альтернатив стримується їхніми певними недоліками. Так, використання золи-ви-

несення лише частково вирішує проблему викидів, тоді як біовугілля має потенціал для досягнення навіть негативного вуглецевого сліду [31, с. 60790; 35, с. 62; 49, с. 4]. У зв'язку з цим, стимулювання використання біовугілля у цементній галузі стає ключовим для досягнення вуглецевої нейтральності [3, с. 102433].

Виробництво біовугілля є гнучким процесом, що дозволяє використовувати широкий спектр органічної сировини. Теоретично, будь-яка органічна речовина може бути перетворена на біовугілля. Доступні та економічно вигідні джерела охоплюють різноманітні відходи, які класифікують як за походженням, так і за іншими ознаками [6, с. 111959; 45]. Найбільшу групу біовідходів утворюють сільськогосподарські відходи та злаки [5, с. 4440; 40, с. 101271; 35, с. 18; 43, с. e01721], горіхова шкаралупа та ін. [8, с. 440; 20, с. 812; 38, с. 105204]. Другу групу утворюють лісогос-

подарські відходи (тирса та деревина [16, с. 115; 32, с. 143136]. Третя група – міські відходи, що містять значний відсоток органічних харчових залишків [6, с. 111959; 17, с. 173] та осад стічних вод [42, с. 990]. Ще одна група – це органічні відходи тварин. Зупинімося детальніше на перших двох групах відходів органічного (природного) походження для одержання так званих зелених бетонів.

Встановлено, що хоча співвідношення целюлози, геміцелюлози та лігніну в рослинній та деревній сировині не впливає на ступінь ароматичної конденсації твердого залишку після високотемпературного піролізу, ці компоненти визначають структурні особливості утвореної ароматичної системи [1, с. 104099; 2, с. 145; 13, 15, с. 125213]. Крім цього, вміст ароматичного карбону, як позитивного індикатора стабільності біовугілля, прямо пропорційний вмісту лігніну в сировині (рис. 1).

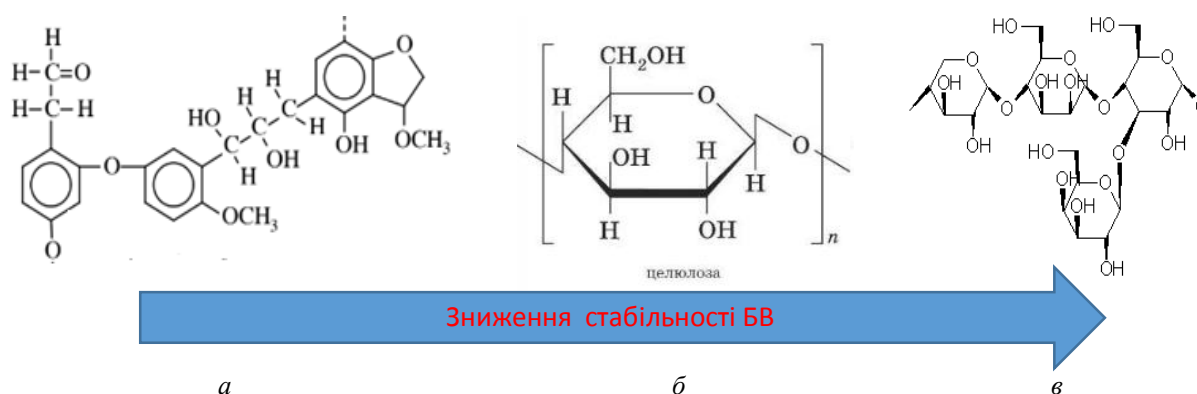


Рис. 1. Зміна стабільності БВ від природи речовин: лігніну (а), целюлози (б) та геміцелюлози (в)

Дослідження також показують, що стабільність біовугілля залежить від вихідного матеріалу та зменшується в такому порядку: лігнін > целюлоза > геміцелюлоза, що пояснюється кристалічністю вуглецевої структури та організацією мікропор [6, с. 111959; 52, с. 59].

Встановлено [49, с. 30; 50, с. 100595], що завдяки вищій стабільності БВ, введення додатків біовугілля в бетон знижує ймовірність побічних негативних реакцій, зокрема, корозії хлорид- та сульфат-іонами, вилугування, поряд з іншими технологіями [48, с. 4171]. Використання БВ як заміника цементу вигідніше порівняно з іншими альтернативами (зола, кремнезем, шлак), оскільки більшою мірою сприяє декарбонізації та відповідає концепції сталого розвитку.

Технології одержання біовугілля. Умови проведення піролізу є ключовим фактором, що визначає фізико-хімічні властивості біовугілля [50,

с. 100595]. Для його виробництва застосовують низку технологій, серед яких найбільш поширеними є піроліз [2, с. 145; 49, с. 20], газифікація [12, с. 109785; 51, с. 133003], торефікація та гідротермальна карбонізація, котрі мають переваги і недоліки, що проявляються залежно від умов. Варто підкреслити, що навіть при використанні одного й того ж методу піролізу, зміна таких параметрів, як температура, швидкість нагріву та тривалість процесу, призводить до отримання біовугілля з різними фізико-хімічними властивостями [50, с. 100595]. Для покращення ефективності піролізу є різні конструкції реакторів, зокрема реактори з нерухомим та киплячим шаром та для термоформування, обертові печі, трубчасті апарати та мікрохвильові установки, котрі забезпечують однорідність та необхідну швидкість нагріву сировини за час піролізу [4, с. 96].

Розширення сфери застосування біовугілля передбачає різні підходи до його активації. Серед них – попередня обробка сировини, з якої отримують БВ, його безпосередня активація, а також використання спільного піролізу біомаси з іншими матеріалами, такими як пластикові відходи, фосфогіпс та вугілля [39, с. 134274; 41, с. 129535]. Важливо відзначити, що вихідна сировина та вже вироблене БВ можуть проходити попередню обробку або активацію із застосуванням фізичних, хімічних, вуглецевих або біологічних методів. Це призводить до зміни фізико-хімічних характеристик БВ, включно з площею його поверхні, наявністю функціональних груп, структурою пор та рівнем рН, що підвищує його ефективність і екологічну значущість під час використання в цементних композитах [42, с. 1000; 44].

Фізико-хімічні властивості бетонів з біовугіллям. Дослідження показало, що біовугілля має хімічний склад, подібний до цементу, в межах потрібної фазової діаграми Al–Si–Ca, як і інші альтернативні цементні матеріали [4, с. 93; 53, с. 22]. Це відкриває нові перспективи для використання біовугілля у виробництві цементу та застосування у бетонах.

Хімічний склад біовугілля, основу якого становить карбон із домішками кисню, водню, нітрогену та інших елементів біомаси, впливає на його реакційність, поживність та сорбційні властивості. Функціональні групи на поверхні біовугілля (гідроксильні, карбоксильні, фенольні) покращують утримання речовин та хімічні реакції. Властивості біовугілля, зокрема площа поверхні, рН, катіонообмінна здатність, щільність та елементний склад, визначаються процесом виробництва, сировиною та умовами піролізу [46, с. 120678; 49, с. 3].

Унікальні фізико-хімічні властивості БВ покращують характеристики цементних композитів, зокрема підвищують міцність на стиск за рахунок гідратації та заповнення пор. Висока питома поверхня БВ покращує зчеплення та стійкість до розтріскування, збільшуючи їх міцність на розтяг [18, с. 397].

Основні експлуатаційні властивості біоцементних композитів. Результати багатьох досліджень свідчать про те, що оптимальна частка заміни цементу біовугіллям для збільшення міцності на стиск і розтяг становить 1–2 % за масою. Крім того, додавання біовугілля може підвищити опірність біовугільно-цементних композитів до сульфатної емісії, корозії, спричиненої хлоридами, усадкових явищ та проникнення рідин

[2, с. 145; 22, с. 3559]. Необхідно зазначити, що біовугілля здатне змінювати водонепроникність бетону, хоча суттєвої залежності від температури піролізу для цієї властивості біовугілля не спостерігали [43, с. e01721; 49, с. 27].

Позитивний вплив біовугілля (до 5 % маси) на покращення довговічності пояснюється більш інтенсивною гідратацією та заповненням пор, що сприяє утворенню щільнішої внутрішньої структури, яка ускладнює проникнення води та іонів, збільшуючи водонепроникність [28, с. 138219; 44].

Відомо, що крихкість цементної матриці бетонних конструкцій спричиняє високий ризик розтріскування в результаті робочого навантаження, усадки, температурних коливань, або погіршення навколишнього середовища. Деформації усадки пов'язані з вищою швидкістю випаровування води [47, с. 103348; 49, с. 30], більшою кількістю дефектів пор, каналів для виходу з цементної матриці води.

Також БВ як наповнювач бетону оптимізує пористу структуру, прискорює карбонізацію цементних композитів [46, с. 120678; 27, с. 138219], зменшуючи теплопровідність матеріалу через руйнування міжфазних перехідних зон, споживання енергії на нагрівання та охолодження та покращуючи його теплоізоляційні характеристики [6, с. 11]. За рахунок пор зменшуються внутрішні структурні пошкодження бетону та знижується тиск, накопичений у бетоні за високих температур. Пористий БВ також збільшує коефіцієнти звукопоглинання бетонних конструкцій за рахунок поглинання та розсіювання зовнішніх звуків [49, с. 28].

Роль біовугілля у структуроутворенні цементів та бетонів. Науковці [32, с. 143136; 37, с. 37] оптимізували гранулометричний склад складників та цілеспрямовано керували процесами раннього структуроутворення цементуючої матриці шляхом лужно-сульфатного активування ультрадисперсних алюмосилікатів та енергетично-активних кристалічних додатків (нанорозмірних частинок оксидів силіцію), що знижують проникність завдяки утворенню центрів кристалізації новоутворень та як аутогенний засіб для загоєння герметизації тріщин у цементній матриці [27, с. 138219; 45, с. 3]. Внаслідок досліджень на принципах композиційної побудови конструкційних матеріалів нового покоління розроблено лужно-сульфатноактивовані композиційні цементні з високою ранньою міцністю, які охоплюють комплексний аналіз речовинного складу цементів, лужних і сульфатних активаторів та органічних

модифікаторів [33, с. 55]. Науковці довели, що більш щільній цементній мікроструктурі сприяє індукція кристалічних відкладень, що блокують пори, зменшуючи як пористість, так і проникність, але також покращує ефективність самовідновлення композитів цементу з кристалічними додатками (КД) [28, с. 100456; 47, с. 103348; 53, с. 21].

Згідно з дослідженнями [28, с. 100456], завдяки заміні цементу на 2 мас. % біовугілля з відходів деревини (БВД), загальні деформації

усадки композитів БВД-цементу значно зменшуються (рис. 2).

Подібно до автогенної усадки, зразки групи з додатками БВД та КД демонстрували сприятливе зменшення загальних деформацій усадки, котрі були значно нижчими, ніж у зразках лише з лужно активованими цементами. Протягом семиденного терміну твердіння загальні деформації усадки цих зразків зменшилися на 31,3 % порівняно з контрольними [28, с. 100456].

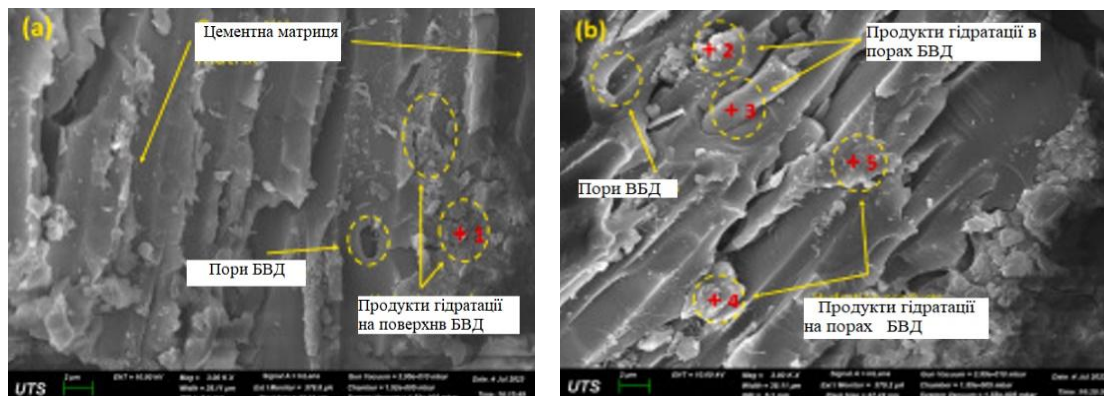


Рис. 2. Мікроструктури зразків цементів з біовугіллям в експерименті з повною усадкою: а – продукти гідратації на поверхні БВД; б – продукти гідратації в порах БВД [28, с. 100456]

Використання біовуглецевих цементів та бетонів. Використання біовугілля для бактеріального самовідновлення бетону (імобілізації бактерій у біовугіллі для загоєння деформацій цементного розчину) стало однією з інноваційних перспективних технологій [5, с. e02859; 17, с. 183], що є ефективною, одночасно сприяючи секвестрації вуглецю. Дослідження поєднання іммобілізованих у біовугіллі бактерій із суперабсорбуючими полімерами [26, с. 49] довели спроможність забезпечувати самовідновлення волокнистого бетону навіть після повторних пошкоджень, що підтверджує підвищення міцності, довговічності та екологічності таких бетонних конструкцій з додатками БВ.

Через неоднорідність та складну будову біовугілля стає важко проводити порівняльний аналіз наявних наукових робіт, присвячених його дослідженню. У багатьох публікаціях відсутня інформація про вид використаної біомаси, параметри процесу піролізу та опис лабораторних методик підготовки біовугілля. Це створює проблему, оскільки сьогодні не існує єдиної думки щодо ключових факторів, які визначають його успішну інтеграцію у бетонні суміші, що призводить до непослідовних результатів та різноманітних висновків.

Сертифікація біобетонів згідно з європейськими стандартами. Для застосування біовугілля у бетонних виробках є можливість сертифікації за європейським стандартом ЕВС у класі ЕВС-BasicMaterial, який відповідає регламенту REACH ЄС, встановлюючи, таким чином, базові вимоги до якості матеріалу [42, с. 1003]. У Німеччині з 2022 року виробники бетону отримують сертифікат CSC, що підтверджує зменшений вуглецевий слід їхньої продукції [45, с. 5]. Ця сертифікація, що охоплює цементну, сировинну та бетонну галузі, передбачає можливість сертифікації CSC за модулем CO₂ на основі оцінки життєвого циклу (LCA), або екологічної декларації продукту (EPD). Однак виробники, які спеціалізуються лише на біовугіллі, не можуть отримати відповідні сертифікати CSC.

Враховуючи низьку ймовірність вилуговування важких металів із бетону, стандарт ЕВС-Basic Material передбачає лише декларування їхнього вмісту без встановлення граничних значень. Водночас, щодо органічних забруднювачів, вимагається проведення аналізу на відповідність встановленим нормативам. Продаж біовугілля класу ЕВС-Basic Material іншим компаніям (B2B) можливий за умови виконання ними певних вимог щодо подальшої обробки.

Для застосувань бетону, що виходять за межі європейських стандартів, із вересня 2023 року запроваджено Всесвітній сертифікат біовугілля (WBC), який гарантує стале виробництво матеріалу класу WBC. Інший клас EBC – Consumer Materials – також призначений для застосувань поза ґрунтом, але вирізняється суворішими граничними значеннями щодо поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) для використання в середовищах, що контактують з живими організмами та екосистемами. Клас EBC-Urban застосовують для біовугілля, що використовується у міському озелененні та фільтрації дощової води, з метою запобігання забрудненню водних ресурсів. На відміну від EBC-Basic Material, клас EBC-Consumer Material має більш жорсткі вимоги до вмісту ПАВ EFSA та розширений перелік органічних забруднювачів, що підлягають декларуванню відповідно до специфікацій ЕРА [14].

Різниця між класами сертифікації ґрунтується на принципі «придатності біовугілля для конкретної мети» відповідно до чинних законодавчих, нормативних та галузевих вимог, незалежно від його загальної якості. У найближчому майбутньому очікується подальше розширення класифікації з урахуванням потреб ринку, зокрема шляхом введення спеціалізованих класів для будівельних матеріалів [Wahl, с.].

Висновки. Біовугілля можна отримати із широкого спектра вихідних матеріалів і за різних технологічних процесів. Ключовим є те, що властивості кінцевого біовугілля можна цілеспрямовано змінювати, регулюючи вихідні матеріали, кількість біовугілля у складі цементних композитів або бетонів, параметри технологій виробництва, застосовуючи спеціальні методи для досягнення потрібних функціональних якостей. Це дає змогу створювати біовугілля з характеристиками, точно підібраними для конкретних завдань.

Щодо проблем використання біомаси, отриманої піролізом з аграрних відходів, варто продовжувати практику оптимізування наукових досліджень біовугілля, виготовленого з різних видів біовідходів, розвитку необхідної інфраструктури, а також створювати відповідну законодавчу базу та політику у сфері управління відходами.

Окрім того, розглянуто сучасний стан досліджень і наявні труднощі у галузі біовугільно-цементних композитів. Автори пропонують перспективні напрямки для майбутніх наукових проєктів. Зокрема рекомендується активізувати дослідження, спрямовані на розробку стратегій комерціалізації біочар-технологій для реалізації

секвестрування емісії диоксиду карбону з урахуванням місцевих умов та залученням комп'ютерних для прогнозування експлуатаційних властивостей та проведення аналізу життєвого циклу. Це сприятиме ширшому застосуванню біовугілля у промисловому та будівельному секторах.

Бібліографічний список

1. Abdulkadir et al. A holistic review of nanomaterials in strain-hardening cementitious composites: Insights into micro- and macromechanical, deformation, smart, and durability properties: Review article. *Results in Engineering*. 2025. Vol. 25. P. 104099. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104099>
2. Afshar M., Saeed Mofatteh. Biochar for a sustainable future: Environmentally friendly production and diverse applications: review article. *Results in Engineering*. Vol. 23. 2024. P. 102433. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102433>
3. Ahmed A. Assessing the effects of supplementary cementitious materials on concrete properties: a review. *Discov Civ Eng* 1. 2024. P. 145. <https://doi.org/10.1007/s44290-024-00154-z>
4. Aini N. A., Jamilatun S., Pitoyo J. Pirolisis biomassa: review. *Agroindustrial Technology Journal*. 2022. Vol. 6, № 1. P. 89–101. <https://doi.org/10.21111/atj.v6i1.7559>
5. Barbhuiya S., Das B. B., Kanavaris F. Biochar-concrete: a comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*. 2024. Vol. 20. P. e02859. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02859>
6. Chen T. et al. Effect of biochar characteristics on freeze-thaw durability of biochar-cement composites. *Journal of Building Engineering*. 2025. Vol. 102, № 15. P. 111959. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2025.111959>
7. Cheng W., Liu G, Chen L. Pet fiber reinforced wet-mix shotcrete with walnut shell as replaced aggregate. *Appl Sci*. 2017. Vol. 7, No 4. P. 345.
8. Chomiak K. et al. Optimizing the properties of granular walnut-shell based KOH activated carbons for carbon dioxide adsorption. *J CO₂ Utilization*. 2017. P. 436–443. <https://doi.org/10.1016/j.jcou.2017.07.02>
9. Churkina G. et al. Buildings as a global carbon sink. *Nat. Sustain*. 2020. Vol. 3. P. 269–276. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>
10. Courard L. and Parmentier V. Carbonated miscanthus mineralized aggregates for reducing environmental impact of lightweight concrete blocks: research article. *Sust. Build*. 2017. Vol. 2, № 3. 9 p. <https://doi.org/10.1051/sbuild/2017004>
11. Dipta I. et al. Coal-derived char for improving mechanical performance and microstructural characteristics of concrete. *Journal of Sustainable Cement-Based Materials*. 2025. Vol. 14, No 4. P. 780–798. <https://doi.org/10.1080/21650373.2025.2465979>
12. Dissanayake P. D. et al. Sustainable gasification biochar as a high efficiency adsorbent for CO₂ capture: a facile method to designer biochar fabrication. *Renew. Sustain. Energy Rev*. 2020. Vol. 124. P. 109785

13. EBC (2012-2022) European Biochar Certificate – Richtlinien für die Zertifizierung von Pflanzenkohle. Ithaka Institute, Arbaz, Switzerland. URL: <http://www.european-biochar.org> Version 10.1G vom 10. 2022. URL: <http://www.european-biochar.org> (дата звернення: 12.02.2025).
14. European Food Safety Authority, EFSA opinion on suitable indicators for both the occurrence and toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in food, 2008. URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.724> (дата звернення 12.02.2025).
15. Fan Yang et al. Stabilization of dissolvable biochar by soil minerals: Release reduction and organo-mineral complexes formation. *Journal of Hazardous Materials*. 2021. Vol. 412. P. 125213. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125213>
16. Gunawardene O. Carbon Dioxide Capture through Physical and chemical adsorption using porous carbon materials. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13. P. 397. <https://doi.org/10.3390/atmos13030397>
17. Gupta S. et al. Use of biochar-coated polypropylene fibers for carbon sequestration and physical improvement of mortar. *Cem. Concr. Compos.* 2017. P. 171–187. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.07.012>
18. Gupta S., Kua H., C. Low. Use of biochar as carbon sequestering additive in cement mortar. *Cement Concr. Compos.* 87. 2018. P. 110–129. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0093-3>
19. Habert G. et al. Environmental Impact and Decarbonization Strategies in the Cement and Concrete Industry. *Nat Rev Earth Environ*. 2020. Vol. 1. P. 559–573.
20. Hilal N., Mohammed Ali T. K., Tayeh B. A. Properties of environmental concrete that contains crushed walnut shell as partial replacement for aggregates. *Arab J Geosci*. 2020. Vol. 13. P. 812. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05733-9>
21. Huanyu Li. 3 – Biochar for sustainable construction industry. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. *Biochar Towards Sustainable Environment*. 2023. P. 63-95. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91873-2.00015-7>
22. Hussain Ch. et al. Short-term analysis on the combined use of sugarcane bagasse ash and rice husk ash as supplementary cementitious material in concrete production. *Environmental science and pollution research*. 2021. Vol. 29. Issue 3. P. 3555–3564. DOI: 10.1007/s11356-021-15877-0
23. Hylton J., Hugen A., Rowland S. M. et al. Relevant biochar characteristics influencing compressive strength of biochar-cement mortars. *Biochar*. 2024. Vol. 6. P. 87. <https://doi.org/10.1007/s42773-024-00375-6>
24. Kadhim S. et al. Development of ternary blend cement-free binder material for construction. 2024. Vol. 28. Issue 12. P. 2807–2820. <https://doi.org/10.1080/19648189.2024.2326977>
25. Kaffayatullah Khan et al. Biochar Produced from Saudi Agriculture Waste as a Cement Additive for Improved Mechanical and Durability Properties: SWOT Analysis and Techno-Economic Assessment. *Materials (Basel)*. 2022. Vol. 15 (15). P. 5345. doi: 10.3390/ma15155345.
26. Kua H. W. et al. Biochar-immobilized bacteria and superabsorbent polymers enable self-healing of fiber-reinforced concrete after multiple damage cycles. *Cem. Concr. Compos.* 2019. Vol. 100. Pp. 35–52.
27. Lin X. at al. Biochar-cement concrete toward decarbonisation and sustainability for construction: characteristic, performance and perspective. *J. Clean Prod.* 2023. Vol. 419. P. 138219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138219>
28. Lin X. at al. Effect of crystalline admixtures on shrinkage and alkali-silica reaction of biochar-cementitious composites. *Developments in the Built Environment*. 2024. Vol. 18. P. 100456. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100456>
29. Lovecchio N. et al. Agricultural solid waste as source of supplementary cementitious materials in developing countries. *Environ. Sci.* 2020. Vol. 7. P. 13–30. doi: 10.3934/environsci.2020002
30. Maljaee H. et al. Effect of cement partial substitution by waste-based biochar in mortars properties. *Constr. Build. Mater.* 2021. Vol. 301. P. 124074. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124074>
31. Mangi S. A., Ibrahim M. H., Jamaluddin, N. et al. Influence of coal ash on the concrete properties and its performance under sulphate and chloride conditions. *Environ Sci Pollut Res*. 2021. Vol. 28. P. 60787–60797. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15006-x>
32. Marathe S., Sadowski Ł. Developments in biochar incorporated geopolymers and alkali activated materials: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*. 2024. Vol. 469. P. 143136. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135246>
33. Miller S. A., John V. M., Pacca S. A., Horvath A. Carbon dioxide reduction potential in the global cement industry by 2050. *Cem Concr Res*. 2018. Vol. 114. P. 115–124.
34. Onsongo S. K., Olukuru J., Munyao O. M. et al. The role of agricultural ashes (rice husk ash, coffee husk ash, sugarcane bagasse ash, palm oil fuel ash) in cement production for sustainable development in Africa. *Discov Sustain*. 2025. Vol. 6. P. 62. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00841-6>
35. Osama Z. et al. Utilization of engineered biochar as a binder in carbon negative cement-based composites: a review. *Construction and Building Materials*. 2024. Vol. 417. No 23. P. 135246. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.135246>Get rights and content
36. Sanytsky M. et al. Architectural Self-Compacting Concrete Based on Nano-Modified Cementitious Systems. Proceedings of CEE 2023. CEE 2023. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2024. Vol. 438. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44955-0_37
37. Senadheera S. et al. Application of biochar in concrete: a review. *Cement and Concrete Composites*. 2023. Vol. 143. P. 105204. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105204>.

38. Shahbazpanahi S., Faraj R. H. Feasibility study on the use of shell sunflower ash and shell pumpkin ash as supplementary cementitious materials in concrete. *J. Bui Eng.* 2020. Vol. 30. P. 101271. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101271>
39. Shang X et al. Production, properties and life cycle assessment of artificial lightweight aggregates produced with corn straw ash (CSA) and concrete slurry waste (CSW). *Constr Build Mater.* 2024. Vol. 411. P. 134274. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134274>.
40. Shilar F. A., Ganachari V. S., Patil V. B. Advancement of nano-based construction materials: a review. *Constr Build Mater.* 2022. Vol. 359. P. 129535. URL: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129535>
41. Singhal S. Biochar as a cost-effective and eco-friendly substitute for binder in concrete: a review. *European Journal of Environmental and Civil Engineering.* 2023. Vol. 27, Issue 2. P. 984–1009. <https://doi.org/10.1080/19648189.2022.2068658>
42. Tayeh B. A., Hakamy A. A., Fattouh M. S. The effect of using nano agriculture wastes on microstructure and electrochemical performance of ultra-high-performance fiber reinforced self-compacting concrete under normal and acceleration conditions. *Case Stud Constr Mater.* 2023. Vol. 18. P. e01721. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01721>
43. Thakur A., Agarwal R., Kumar R. et al. Enhancement of Concrete Performance and Sustainability through Partial Cement Replacement with Biochar: An Experimental Study. *Iran J Sci Technol Trans Civ Eng.* 2024. <https://doi.org/10.1007/s40996-024-01661-w>
44. Wahl A. Biochar in Concrete & Cement: Application Construction Industry. *Biochar zero.* 2024. URL: <https://biochar-zero.com/construction-industry/biochar-in-concrete/> (дата звернення 12.02.2025)
45. Walling S. A., Provis J. L. Magnesia-based cements: a journey of 150 years, and cements for the future? *Chem. Rev.* 2016. Vol. 116. P. 4170–4204.
46. Wang et al. The roles of biochar as green admixture for sediment-based construction products. *Cem. Concr. Compos.* 2019. Vol. 104. P. 103348.
47. Wang L. et al. Biochar as green additives in cement-based composites with carbon dioxide curing. *Journal of Cleaner Production.* 2020. Vol. 258. P. 120678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120678>
48. Ye P., Guo B., Qin H. et al. The state-of-the-art review on biochar as green additives in cementitious composites: performance, applications, machine learning predictions, and environmental and economic implications. 2025. *Biochar.* Vol. 7, No 21. 30 P. <https://doi.org/10.1007/s42773-024-00423-1>
49. Yu H. et al. Heat of hydration of Portland cement containing coal-derived char at different temperatures. *Results in Materials.* 2024. Vol. 23. P. 100595. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2024.100595>
50. Yueji Bai et al. Gasified olive stone biochar as a green construction fill material. *Construction and Building Materials.* 2023. Vol. 403, No 3. P. 133003. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.133003>
51. Zhang Y. Biochar as construction materials for achieving carbon neutrality. *Biochar.* 2022. Vol. 4. P. 59. <https://doi.org/10.1007/s42773-022-00182-x>
52. Zhihao Zhao et al. Biochar affects compressive strength of Portland cement composites: a meta-analysis. *J. Biochar.* 2024. Vol. 6, No 1. P. 21. DOI: 10.1007/s42773-024-00309-2
53. Marushchak U. et al. Research of nanomodified Portland cement compositions with high early age strength. *Eastern-European Journal of Enter-prise Technologies.* 2016. Vol. 6. № 6. P. 50–57.

Стаття надійшла 16.02.2025

УДК 624.131

РОБОТА БУРОВИХ МІКРОПАЛЬ ІЗ РОЗШИРЕНОЮ П'ЯТОЮ

О. Гнатюк, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-2218-0295

В. Крет, аспірант

ORCID ID: 0009-0000-2407-5435

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.051>

Гнатюк О., Крет В. Робота бурових мікропаль із розширеною п'ятою

У дослідженнях буронабивних палей із розширеннями виявлено суттєві розбіжності між розрахунковими та експериментальними значеннями несучої здатності, що свідчить про потенціал для вдосконалення наявних методик. Зауважено значний внесок українських учених, які дослідили вплив кількості та розташування розширень, а також різних типів ґрунтів на ефективність палей. Розроблено нові методики розрахунку несучої здатності, уточнено коефіцієнти для розрахунків та підтверджено їхню надійність натурними випробуваннями.

Значну увагу приділено трубобетонним мікроपालям, які виявили кращі показники в слабких ґрунтах і мають переваги з кута зору зручності використання та мінімального впливу на будівлі. Показано, що палі з розширеною п'ятою мають вищу несучу здатність та менше осідання порівняно з фрикційними палями. Чисельне моделювання з використанням PLAXIS 3D і ANSYS WORKBENCH підтвердило ефективність таких конструкцій та дозволило точно змоделювати їхню поведінку. Встановлено, що глибина, кількість і діаметр розширень суттєво впливають на міцність і деформаційні характеристики.

Проведено техніко-економічні оцінки, які вказують на доцільність використання буронабивних мікропалей із розширеннями в умовах щільної забудови, зменшуючи витрати на демонтаж і земляні роботи. Загалом дослідження показують актуальність подальшого вдосконалення моделей розрахунку та впровадження нових конструктивних рішень у пальових фундаментах.

Ключові слова: буронабивні палі, мікропалі з розширенням, несуча здатність, статичні навантаження, дисперсні ґрунти, розширена п'ята палі, геотехнічні дослідження, глибокий фундамент, випробування палей, осадка основи, армування палей, діаметр палей, буріння свердловин, методика випробувань, опір ґрунту, граничний стан, натурні дослідження, деформації основ, пальові фундаменти, технічна ефективність.

Hnatiuk O., Kret V. Operation of drilled micropiles with enlarged base

Significant discrepancies have been identified in studies of drilled piles with enlargements, particularly regarding the differences between calculated and experimental values of bearing capacity. This indicates an opportunity to enhance existing methodologies. Ukrainian researchers have made notable contributions to this field by examining the impact of the number and arrangement of enlargements, as well as various soil types, on pile performance. They have developed new methods for calculating bearing capacity, refined calculation coefficients, and validated their reliability through field tests.

Considerable focus has also been directed towards concrete-filled steel tube micropiles, which demonstrate superior performance in weak soil conditions and provide advantages such as ease of use and minimal disruption to existing structures. Piles with an enlarged base exhibit higher bearing capacity and reduced settlement compared to friction piles. Numerical modeling utilizing PLAXIS 3D and ANSYS WORKBENCH has confirmed the effectiveness of these structures and enabled accurate simulations of their behavior. It was determined that the depth, number, and diameter of enlargements significantly influence strength and deformation characteristics.

Technical and economic assessments have shown that the use of drilled micropiles with enlargements is feasible in densely built-up areas, leading to reductions in demolition and earthwork costs. Overall, this research underscores the importance of further enhancing calculation models and adopting innovative structural solutions in pile foundations.

Keywords: bored piles, micropiles with enlargement, bearing capacity, static loads, dispersive soils, enlarged pile base, geotechnical research, deep foundation, pile testing, foundation settlement, pile reinforcement, pile diameter, borehole drilling, testing methodology, soil resistance, limit state, field research, foundation deformations, pile foundations, technical efficiency.

Постановка проблеми. Зростаюче будівництво та урбанізація міст вимагають освоєння нових територій із несприятливими геологічними умовами. В умовах щільної забудови та реконст-

рукції будівель необхідно використовувати нові типи фундаментів, які забезпечують надійність і мінімізують вплив на навколишні споруди. Одним із таких рішень є пальові системи, що дозволяють

зводити будівлі у складних ґрунтових умовах, зменшуючи деформації осідання та оптимізуючи витрати на земляні роботи.

У місті Львові з огляду на слабкі ґрунти часто спостерігається руйнування будівель через нерівномірне осідання фундаментів. Це створює нагальну потребу в реконструкції об'єктів, зокрема в центральній частині міста, що є об'єктом під охороною ЮНЕСКО. Для підсилення фундаментів у складних умовах важливо розробити методи, що дозволяють зберегти стабільність будівель без їх демонтажу, зокрема при зміні функціонального призначення чи надбудови поверхів.

Одним із ефективних рішень є використання паль із розширенням, що забезпечують високу несучу здатність. Такі палі використовують разом із монолітною плитою, що розподіляє навантаження між плитою та пальовою системою. Важливим є також економічне і екологічне обґрунтування таких рішень, зокрема зменшення шуму і енерговитрат під час монтажу. Однак широке застосування таких паль гальмується через недосконалість методик розрахунку та проектування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У численних дослідженнях, присвячених буронабивним пальам із розширеннями, значний внесок зробили Корнієнко М. В., який вивчав вплив замочування на несучу здатність паль, та Демчина Б. Г., який досліджував трубобетонні мікропалі у слабких ґрунтах. Гнатюк О. Т. аналізував роботу буронабивних мікропаль у ґрунтах різного типу, а Бойко І. П. вивчав чисельне моделювання взаємодії паль та фундаментних плит. Моргун А. С. і Наср А. М. досліджували поведінку паль із розширенням у складних ґрунтових умовах із застосуванням методу скінченних елементів. Ефрем Фелекс довів перевагу паль з розширенням над фрикційними при вертикальних навантаженнях, а професор Мадх'я-Прадеш виявив зменшення горизонтальних переміщень конструкцій при використанні фундаментних плит. Отже, сучасні дослідження охоплюють широкий спектр питань – від польових випробувань і лабораторного аналізу до чисельного моделювання, що дозволяє вдосконалювати проєктні підходи до пальових фундаментів.

Постановка завдання. Розвиток будівельних технологій та зростаючі вимоги до надійності й ефективності фундаментних конструкцій зумовлюють необхідність удосконалення пальових систем. Одним із перспективних рішень у сфері фундаментобудування є палі з розширенням, які забезпечують підвищену несучу здатність та ефективну взаємодію з ґрунтовою основою.

Сьогодні тривають дослідження, спрямовані на вивчення впливу геометричних параметрів розширень, технологій їх улаштування та особливостей роботи в різних інженерно-геологічних умовах. Незважаючи на наявні експериментальні й теоретичні напрацювання, актуальним залишається питання розроблення методик розрахунку, проєктування та оцінювання довготривалої експлуатаційної надійності таких паль.

Наше завдання – аналіз сучасного стану досліджень паль із розширенням, вивчення їхніх конструктивних особливостей, методів розрахунку та технічних рішень, а також узагальнення новітніх досягнень у цій сфері. Особливу увагу приділено ефективності таких паль у складних інженерно-геологічних умовах, їхньої взаємодії з ґрунтовою основою та перспективам подальших досліджень.

Виклад основного матеріалу. Важливий внесок у вивчення і розвиток буронабивних паль із розширеннями зробив кандидат технічних наук, професор М. В. Корнієнко. Зокрема у дослідженні [15] проведено статичні випробування буронабивних паль на вдавлювання та висмикування в лесових ґрунтах за умов їх замочування. Вода подавалася через спеціальні дренажні свердловини. Результати експериментів виявили значні відмінності (понад 50 %) між розрахунковими і експериментальними значеннями сил тертя. Виявлена фактична несуча здатність паль була значно вищою за розрахункову, що свідчить про значний потенціал для покращення точності методів розрахунку та ефективності використання таких паль. Подібні розбіжності спостерігаються також для інших типів паль, зокрема для забивних. Проте для буронабивних паль із розширеною п'ятою ці невідповідності зумовлені низкою факторів, які впливають на визначення несучої здатності, зокрема фізико-механічними властивостями ґрунтів, аналітичними методами визначення опору ґрунту та структурною міцністю.

У праці [16] досліджено вплив розширень на вдавлювання паль з одним, двома і трьома розширеннями. Під час досліджень вперше було виявлено, як взаємодіють різні типи розширень для вдавлюваних паль в однорідних ґрунтах. Для неоднорідних ґрунтових умов з'ясовано, що ефективність застосування двох і більше розширень залежить від конкретних ґрунтових умов та розташування розширень на стовбурі палі. Було запропоновано нову методику розрахунку несучої здатності одиночної палі з розширеннями, що базується на врахуванні відстані між розши-

реннями та їх розташування відносно кінця палі. Також уточнено коефіцієнти для роботи ґрунту під нижнім кінцем палі та під розширеннями, що дозволило створити формулу для попереднього визначення несучої здатності вдавлюваних паль з кількома розширеннями. Результати аналізу несучої здатності паль, розраховані за запропонованою методикою, виявились близькими до результатів статичних випробувань з допустимими відхиленнями, що дозволяє рекомендувати її для практичного використання.

Змістовні дослідження основ [14] зосереджуються на вимірюванні модуля деформації ґрунту за допомогою стискання. Різниця між величинами модуля, отриманими під час компресійних та штапових випробувань, становила до 16,5 разів. Ці розбіжності пояснюються відмінностями в підготовці поверхні ґрунту в польових і лабораторних умовах. Модулі, визначені за марками, виявились більшими за ті, що отримані за допомогою переміщення штампа, через наявність зони зім'яття під штампом.

У дослідженні [13] проведено випробування несучої здатності палі, після чого отримані результати порівняно з розрахунковими значеннями. За результатами розрахунків виявлена різниця у несучій здатності між українськими та європейськими стандартами на рівні 10,0 % і 13,2 % відповідно. Це вказує на необхідність уточнення критеріїв оцінки несучої здатності для паль великого діаметру, що підтверджується випробуваннями паль та баретів діаметром понад 1,6 м.

Фундаментальні дослідження роботи трубобетонних мікропаль здійснив Демчина Б. Г. У статті [17] досліджено методи вдавлювання для визначення експериментальних значень несучої здатності палі. Виявлено, що фактична несуча здатність палі має значний запас міцності (23 %) порівняно з розрахунковими величинами, отриманими відповідно до ДСТУ Б.В.2.1-27:2010. Підкреслено ефективність використання мікропаль у слабких ґрунтах, які не завдають шкоди екології, мають низьку собівартість і не спричиняють звукових, вібраційних або ударних ефектів.

У праці [10] розроблено спеціальну п'яту паль з вимірювальною пластиною, що дозволило вивчити розподіл зусиль по поверхні тертя та під підшвою палі. Розроблені методики були використані при натурних випробуваннях у м. Хмельницькому [11] та у м. Львові [26]. Результати експериментів підтвердили ефективність використання мікропаль без необхідності застосування динамічних навантажень, що не має

значного впливу на сусідні будівлі. Зазначено, що робота паль у різних ґрунтах потребує подальших досліджень.

Польові дослідження трубобетонних мікропаль висвітлені у працях доктора технічних наук, професора Бойка І. П. [1; 3; 5]. Зокрема у [1] встановлено, що несуча здатність паль у піщаних ґрунтах на 25 % перевищує розрахункову величину, визначену згідно з ДБН В.2.1-10-2009. У [3] досліджено взаємодію пальового поля і фундаментної плити за допомогою числового моделювання, де було досягнуто високої точності (до 10 %) між аналітичними і експериментальними даними. Важливу роль у точності результатів відіграють методика досліджень, професійна підготовка спеціалістів та об'єктивність отриманих результатів.

Буронабивні мікропалі із розширеною п'ятою активно досліджував Гнатюк О. Т. Зокрема роботу буронабивних мікропаль [19] під дією горизонтальних навантажень та можливість використання куців мікропаль як підпірних стінок. У статті [7] порівняно ефективність паль діаметром 250 мм із розширенням 400 мм і паль діаметром 200 мм із розширенням 350 мм у пластичному супіску в лабораторних умовах. Результати показали, що несуча здатність палі більшого діаметра в 1,2 рази перевищує аналогічний показник для меншого зразка. Техніко-економічний аналіз показав незначний економічний вплив (приблизно 2 %) при використанні паль меншого діаметра.

Також було проведено 25 натурних досліджень [8] буронабивних мікропаль із розширенням у ґрунтах різного типу. Встановлено співвідношення між розрахунковим і експериментальним допустимим навантаженням на палі для основного несучого шару ґрунту. Середні значення цього співвідношення варіювало від 1,1 для дрібних пісків до 3,52 для суглинків. Найбільш близькими до фактичних є значення для дрібних пісків, тоді як для супісків розрахункові значення виявились найбільш недооціненими. Ці розбіжності вимагають подальших досліджень із використанням нових методів моделювання для точного прогнозування реальної несучої здатності залізобетонних паль.

Дослідження буронабивної палі в ґрунтоцементній оболонці, проведені на базі Полтавського національного університету імені Юрія Кондратюка [18], показали, що така паля має більшу несучу здатність порівняно з традиційними залізобетонними пальовими конструкціями. Статичні випробування підтвердили високу точність моделювання роботи таких паль.

Лебеда О. Ф. у своєму дослідженні [20] аналізував фундаменти із вдавлюваних мікропаль в умовах наявної забудови. Результати підтвердили економічну доцільність використання таких фундаментів, оскільки це дозволяє зменшити обсяг демонтажних та земляних робіт, запобігаючи негативному впливу на прилеглі будівлі.

Кваша В. Г. провів випробування буронабивної палі фундаменту в стволі шахти [12], що підтвердило її несучу здатність у металевій обсадній трубі та правильність конструктивних рішень для фундаменту.

Грецький Д. В. на базі Черкаського державного технологічного університету досліджував [9] технологічний процес бетонування буронабивних паль, у результаті чого встановлено оптимальну рухливість бетонних сумішей при напірному бетонуванні, а також відзначено мінімальний опір арматурного каркасу при підйомі бетонних сумішей, що дозволяє занурювати його у свердловину до початку бетонування палі.

Чисельне моделювання взаємодії бурових паль досліджено у працях Бойка І. П. [4; 6], де визначено несучу здатність буроін'єкційних паль у піщаних ґрунтах. Виявлено, що аналітичний метод, згідно з ДБН В.2.1-10-2009, занижує несучу здатність палі на 20 %. Натомість застосування числових методів, зокрема використання ПК «Lira», дозволяє наблизити результати статичного навантаження паль до результатів моделювання. У статті [2] проаналізовано значний вплив послідовності будівництва окремих секцій висотних будинків, де у певних випадках зміни у несучій здатності можуть досягати до 30 % до і після зведення секцій.

Дослідження Моргуна А. С. присвячені буронабивним палям із розширеною п'ятою у набухаючих ґрунтах [21; 22]. Зокрема проведено значну роботу з моделювання пальових фундаментів за допомогою методу скінченних елементів. Відзначено високу точність аналітичних результатів комп'ютерних моделей та актуальність впровадження сучасних методів розрахунку для підвищення точності прогнозування поведінки таких конструкцій.

Наср А. М. у своєму дослідженні [27] змодлював роботу буронабивних паль із розширенням різної конструкції. Зокрема порівняно палі з 1, 2 та 3 розширеннями, а також різним співвідношенням довжини палі до діаметра розширення. Для моделювання використано програмний комплекс PLAXIS 3D. Зазначено значне збільшення несучої здатності паль із збільшенням діаметра розширення і кількості розширень. Автор вказує на

важливість подальших досліджень співвідношення відстані між розширеннями до діаметра палі.

Ефрем Фелеке [24] порівнює роботу фрикційної палі з палею з розширенням у м. Аддис-Абеба (Ефіопія) при дії вертикального осьового навантаження. У дослідженні використано метод скінченних елементів у програмі PLAXIS 3D. Встановлено, що модель ґрунту Мора-Кулона та лінійно-пружна модель палі можуть ефективно відображати взаємодію палі з ґрунтом, а збільшення діаметра палі зменшує її осідання. Палі з розширеною п'ятою мають удвічі більшу ефективність у зменшенні осідання порівняно з фрикційними палями, а збільшення їх діаметра, висоти та модуля пружності значно покращує несучу здатність. Аналіз показав, що із збільшенням глибини паль їх осідання зменшується, а більш точне моделювання можливе при використанні моделі ґрунту з ущільненням та реальних лабораторних даних. Подальші дослідження можуть охоплювати аналіз групи паль, впливу бічного та динамічного навантаження, а також використання точніших геотехнічних параметрів для покращення точності розрахунків.

Професор Мадх'я-Прадеш [23] досліджує роботу каркасних чотириповерхових будинків із різними пальовими фундаментами у програмному комплексі ANSYS WORKBENCH. Зокрема порівняно роботу окремо буронабивних паль, паль із розширенням та паль із додатковим мілким фундаментом. Результати аналізу методом кінцевих елементів показують, що додавання фундаментної плити до окремої бурової палі з розширеною п'ятою значно зменшує горизонтальне переміщення каркаса. Для каркаса, що спирається на пальовий фундамент, зміщення перебуває в межах 22,12–27,86 %, тоді як для каркаса на палях із фундаментною плитою воно зменшується до 17–22 %. У випадку окремого мілкого фундаменту зміщення значно більше і становить 49–60 %. Загальна тенденція досліджень показує, що горизонтальні переміщення найбільші для каркаса на ізолюваному фундаменті, тоді як додавання фундаментної плити до пальового фундаменту зменшує зміщення приблизно на 22 % порівняно з варіантом без плити.

У статті [25] Казімеж Юзеф'як та Артур Збіцяк досліджують вплив опорної кінцевої плити на несучу здатність гвинтових мікропаль за допомогою числового моделювання методом скінченних елементів у програмному середовищі PLAXIS 3D. Оцінено зміни в поведінці фундаменту при використанні модифікованих паль із розши-

ренням порівняно з традиційними гвинтовими палями, зокрема в умовах слабких ґрунтів. Дослідження показало, що наявність розширення значно підвищує вертикальний опір палі та змінює механізм руйнування ґрунту, забезпечуючи більш рівномірний розподіл навантаження.

Висновки. Наявні методики розрахунку несучої здатності бурових мікропалей із розширеною п'ятою недостатньо враховують просторову взаємодію палі з ґрунтом. Типові підходи спрощують геометрію основи та не враховують складну структуру деформацій у зоні п'яти. Для більш точного прогнозування поведінки таких палей необхідно досліджувати їхню роботу у ґрунтах різного типу з урахуванням їхніх фізико-механічних властивостей. Особливо важливе чисельне моделювання процесу взаємодії «пала-ґрунт» для точнішого прогнозу роботи основи. Крім того, необхідно розробити детальні рекомендації щодо параметрів моделювання в сучасних комп'ютерних комплексах для інженерної практики.

Бібліографічний список

1. Бойко І. П., Гаврилюк О. В. Визначення несучої здатності бурових палей в піщаній основі. *Основи та фундаменти*. 2014. Вип. 35. С. 60–67.
2. Бойко І. П., Носенко В. С. Вплив послідовності зведення суміжних секцій висотного будинку на перерозподіл зусиль у пальових фундаментах. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Галузеве машинобудування, будівництво*. 2012. Вип. 4 (1). С. 54–60.
3. Бойко І. П., Підлущкий В. Л. Дослідження влаштування палей у фундаменті різної довжини. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Галузеве машинобудування, будівництво*. 2012. Вип. 4 (2). С. 42–48.
4. Бойко І. П., Пятков О. В., Підлущкий В. Л. Дослідження напружено-деформованого стану фундаментів з палями різної довжини багатопверхових будинків у м. Київ. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Галузеве машинобудування, будівництво*. 2013. Вип. 3 (2). С. 40–48.
5. Бойко І. П. Польові методи випробування палей статичними навантаженнями. *Основи та фундаменти*. 2015. Вип. 36. С. 3–8.
6. Бойко І. П., Гаврилюк О. В. Чисельне моделювання взаємодії бурової палі з піщаною основою. *Основи та фундаменти*. 2013. Вип. 34. С. 57–64.
7. Гнатюк О., Косарчин В., Лапчук М. Дослідження роботи буронабивних залізобетонних мікропалей з поширеною п'ятою різного діаметра. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2019. № 20. С. 50–52.
8. Гнатюк О., Лапчук М., Холод П. Несуча здатність буронабивних мікропалей з розширеною п'ятою у ґрунтах різного типу. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2014. № 15. С. 74–79.
9. Грецький Д. В. Дослідне визначення основних технологічних параметрів, що впливають на процес бетонування буронабивних палей. *Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2013. Вип. 25. С. 643–650.
10. Демчина Б., Кунанець Ю., Волосецький Н. Вимірювання зусиль під підшовною палі за допомогою спеціальної вимірювальної пластини. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2014. № 15. С. 40–45.
11. Демчина Б., Кунанець Ю., Главацький Є., Сурмай М. Застосування вдавлюваних трубобетонних палей при реконструкції інженерно-лабораторного корпусу ПАТ «Хмельницькобленерго». *Будівельні конструкції. Теорія і практика*. 2020. Вип. 6. С. 64–71.
12. Кваша В. Г., Салійчук Л. В. Випробування статичним вдавлювальним навантаженням буронабивної палі фундаментів надшахтної будівлі технологічного комплексу головного ствола шахти. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2012. № 742. С. 106–110.
13. Корнієнко М. В., Заварзіна Ю. І. Визначення несучої здатності палі великого діаметру за результатами статичних випробувань і за нормативними документами. *Основи та фундаменти*. 2014. Вип. 35. С. 54–59.
14. Корнієнко М. В., Пятков О. В., Поклонський С. В. Вплив методики обробки результатів дослідження ґрунту при стисканні на величину модуля деформації. *Основи та фундаменти*. 2014. Вип. 35. С. 92–101.
15. Корнієнко М. В., Карпенко Д. А. Несуча здатність буронабивних палей з розширенням в лесових ґрунтах за результатами статичних випробувань. *Основи і фундаменти: міжвідомчий науково-технічний збірник*. 2008. № 31. С. 54–63.
16. Корнієнко М. В., Пресняков О. Б., Балахшин О. І. Розрахунок несучої здатності вдавлюваних палей з одним та двома розширеннями. *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Галузеве машинобудування, будівництво*. 2012. Вип. 4 (1). С. 146–153.
17. Кунанець Ю. Підсилення фундаментів методом вдавлювання трубобетонних мікропалей. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2020. № 21. С. 66–70.
18. Лапін М. І., Петруняк М. В. Оцінка напружено-деформованого стану системи «буронабивна пала в ґрунтоцементній оболонці – основа». *Збірник наукових праць Полтавського національного технічного університету ім. Ю. Кондратюка. Галузеве машинобудування, будівництво*. 2008. Вип. 22. С. 38–43.
19. Лапчук М. А., Гнатюк О. Т., Холод П. Ф. Результати експериментально-теоретичних досліджень

кущів буронабивних мікропаль при дії горизонтальних навантажень. *Будівельні конструкції*. 2013. Вип. 79. С. 173–178.

20. Лебеда О. Ф., Корнієнко М. В., Мовчан В. О., Приступчук В. В. Застосування вдавлюваних мікропаль при влаштуванні фундаментів нового будинку в умовах існуючої забудови. *Будівельні конструкції*. 2013. Вип. 79. С. 307–312.

21. Моргун А. С., Плясовиця В. Ю. Прогнозування за методом граничних елементів деформативності буронабивних паль з розширеною основою. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2016. № 6. С. 7–10.

22. Моргун А. С., Чженфен Тянь. Робота буронабивних паль з розширеною п'ятою в набухаючих ґрунтах за числовим методом граничних елементів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2022. № 1. С. 38–42.

23. Chourasia J., Pendharkar U., Singh R. Dynamic Analysis of Pile Foundation with Footing in Different Foundation Soils. *International Research Journal*

of Engineering and Technology (IRJET). 2018. № 5 (1). P. 12–16.

24. Haile, Ephrem, Zeleke, Addisalem. Comparative Study on Load Carrying Capacity of Under Reamed and Friction Pile Using Finite Element Based Software: Case of Selected Site in Addis Ababa. 10.13140/RG.2.2.27642.77768. 2018.

25. Kazimierz Józefiak, Artur Zbiciak, Maciej Maślakowski, Tomasz Piotrowski. Numerical Modelling and Bearing Capacity Analysis of Pile Foundation. *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 111. P. 356–363.

26. Kunanets Y., Demchyna B. Applying of multi-section pressed piles in the complex with a foundation plate during the construction of the "Taurus" hotel. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2020. Вип. 79. С. 145–151.

27. Nasr A. M., Azzam W. R., Harran I. S. Geometrical Effect of Under-reamed Pile in Clay under Compression Load Numerical-Study. *Advances in Geological and Geotechnical Engineering Research*. 2023. № 5 (1). P. 1–9.

Стаття надійшла 18.02.2025

ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ БАЛКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗІ ЗМІШАНИМ ВИДОМ АРМУВАННЯ

Н. Юрочко, аспірант

ORCID ID: 0009-0001-4183-4744

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.057>

Юрочко Н. Огляд досліджень балкових конструкцій зі змішаним видом армування

У статті здійснено розширений аналіз сучасних досліджень, присвячених балковим конструкціям із змішаним типом армування, що поєднують різні види арматурних матеріалів: сталеву арматуру, композитні стрижні (GFRP, BFRP, CFRP), фібру та попередньо напружені елементи. Охоплено експериментальні та числові дослідження, у яких вивчено вплив зазначених поєднань на ключові характеристики балок: несучу здатність, тріщиностійкість, пластичність та загальну ефективність. Представлено низку прикладів використання змішаних систем армування у поєднанні із сучасними видами бетону – надвисокоміцним (UHPFRC), геополімерним та фібробетоном. Окрему увагу приділено роботам, у яких вивчено поєднання GFRP із сталлю та фіброю, що дозволяло досягати оптимального співвідношення між жорсткістю, корозійною стійкістю та економічністю. Визначено, що додавання фібри, зокрема сталевих, полімерних або натуральних волокон (джут, поліпропілен), позитивно впливає на поведінку балок після виникнення тріщин. Проаналізовано також конструктивні особливості анкерування арматурних стрижнів у змішаних системах. Встановлено, що застосування попередньо напружених композитних арматур у поєднанні з традиційною сталевією арматурою дозволяє знизити вагу конструкції при збереженні її міцнісних характеристик. На основі порівняння численних досліджень визначено ефективні схеми змішаного армування, які можуть бути рекомендовані для практичного застосування в інфраструктурному будівництві, зокрема у виробництві балок для мостів, перекриттів та інших відповідальних конструкцій. Вказано на необхідність подальшого розвитку нормативної бази для впровадження таких систем армування в інженерну практику, а також актуальність дослідження впливу різних геометричних, технологічних і матеріальних параметрів на роботу комбінованих армованих елементів.

Ключові слова: склопластикова арматура (GFRP), базальтопластикова арматура (BFRP), вуглепластикова арматура (CFRP), сталева арматура, фібробетон, змішане армування.

Yurochko N. Review of research on beam structures with hybrid reinforcement

This article presents an extended analysis of recent research on beam structures with hybrid reinforcement that combines different types of reinforcement materials such as steel bars, composite rods (GFRP, BFRP, CFRP), fiber, and prestressed elements. The review includes both experimental and numerical studies that investigate the effects of various reinforcement combinations on the fundamental characteristics of beams: load-bearing capacity, crack resistance, ductility, and overall performance. Several examples of hybrid reinforcement applications are provided, including combinations with advanced types of concrete such as ultra-high-performance concrete (UHPFRC), geopolymer concrete, and fiber-reinforced concrete. Particular attention is given to research where the combination of GFRP with steel and fiber provided an optimal balance of stiffness, corrosion resistance, and cost-effectiveness. It has been found that the addition of fiber – especially steel, polymer, or natural fibers (jute, polypropylene) – has a positive influence on the post-cracking behavior of beams. The article also analyzes structural features of anchorage systems used in hybrid reinforcement schemes. It is shown that the use of prestressed composite reinforcement in combination with traditional steel reinforcement allows a reduction in structural weight while maintaining strength characteristics. Based on the comparative analysis of numerous studies, the article identifies effective hybrid reinforcement schemes that may be recommended for practical implementation in infrastructure construction, including the production of beams for bridges, floors, and other critical structural elements. The need for further development of regulatory frameworks for the adoption of such reinforcement systems in engineering practice is emphasized, as well as the importance of further investigation into the influence of geometric, technological, and material parameters on the behavior of hybrid reinforced elements.

Keywords: glass fiber reinforced polymer (GFRP), basalt fiber reinforced polymer (BFRP), carbon fiber reinforced polymer (CFRP), steel reinforcement, fiber-reinforced concrete, hybrid reinforcement.

Постановка проблеми. У сучасних будівельних технологіях усе частіше застосовують комбіновані методи армування залізобетонних конструкцій для підвищення їхньої несучої здатності, деформативної стійкості та економічної

ефективності. Змішане армування, яке поєднує різні типи арматури, наприклад, попередньо напружену сталь із композитними матеріалами або звичайною сталевією арматурою з фіброю, має великий потенціал для оптимізації конструкцій.

Такі типи армування поєднують переваги різних видів армування, що дозволяє зменшити вагу конструкції та покращити її експлуатаційні властивості. Проте, незважаючи на наявність окремих досліджень комбінованого армування, відсутність систематизованого підходу до цього питання обмежує широке впровадження таких рішень у практику, хоча відповідні конструкції демонструють високу надійність та економічну доцільність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Змішане армування, у вигляді попередньо напруженої сталевий арматури з композитними стрижнями чи сітками (полотнами) – наприклад, GFRP – або фіброю, почали активно досліджувати у XX столітті, з появою нових матеріалів. Прямих даних про першого дослідника балок із комбінацією попередньо напруженої арматури, композитів і фібри немає, оскільки це був еволюційний процес. Однак упродовж 1960–1970-тих років почали з'являтися перші експерименти із змішаними системами армування. Наприклад, у США та Європі досліджували комбінацію сталевий арматури з фіброю для підвищення міцності балок. Із 1990-х років інженери, такі як Антоніо Нанні та Лусіо Бланко, активно вивчали комбінації GFRP із традиційною сталевий арматурою чи фіброю, аналізуючи їхній вплив на напружено-деформований стан балок. Сьогодні спеціалісти з багатьох країн, як-от США, Японія, Франція та Італія, дедалі більше приділяють увагу конструктивним елементам із комбінованим армуванням, що підтверджено зростанням кількості публікацій, присвячених дослідженню цієї теми.

Постановка завдання. Наше завдання – аналіз досліджень, присвячених конструкціям балок із змішаним армуванням, що поєднує різні його типи.

Виклад основного матеріалу. До конструкцій зі змішаним типом армування можна віднести такі комбінації армування: поєднання різних видів композитних стрижнів, а саме: склопластиковий арматури: (GFRP – Glass Fiber Reinforced Polymer), вуглепластиковий (CFRP – Carbon Fiber Reinforced Polymer), арамідної (AFRP – Aramid Fiber Reinforced Polymer), базальтопластиковий (BFRP – Basalt Fiber Reinforced Polymer) та сталевий арматури, поєднання композитних стрижнів із попередньо напруженою арматурою, поєднання фібри та арматурних стрижнів, поєднання арматурних стрижнів та просічно-витяжного листа.

У роботі [1] автори розглянули згинальну поведінку та тріщиностійкість лужного активованого бетону, армованого сумішшю волокон. Для експерименту виготовили зразки розміром 150×230 мм і проліт 1500 мм, та використано різний об'єм волокон. Результати вчених показують, що суміш сталевих та полімерних волокон показує найкращий результат, балки, армовані в такий спосіб, досягли пікового навантаження 375 кН із максимальним прогином 13,28 мм, що свідчить про покращену поведінку після тріщиноутворення та підвищену несучу здатність після появи тріщин. Для досягнення пластичного руйнування балок з ультрависокоміцного бетону, та досягнення економічної ефективності у [2] розроблено схему змішаного армування балок і порівняно три види балок:

- із попередньо напруженою арматурою та сталевий фіброю;
- із комбінацією попередньо напруженої арматури, звичайної сталевий арматури та сталевий фібри;
- із комбінацією попередньо напруженої арматури, GFRP-арматури та сталевий фібри.

Результати дослідження показали покращення несучої здатності балок при застосуванні змішаного армування, а також підтвердили економічну ефективність таких схем армування.

У праці [3] проведено експериментальне дослідження згинальної поведінки та експлуатаційних характеристик бетонних балок, армованих змішаним способом – скло/базальтопластиковий (G/BFRP) арматурою та сталевими стрижнями. Дослідження було спрямоване на зменшення ризику корозії сталі. Для цього розробили та випробували одинадцять бетонних балок: три балки, армовані лише сталлю, та вісім балок зі змішаним армуванням. Усі зразки випробували за чотириточковою схемою згинання. Результати показали, що прогини та максимальна ширина розкриття тріщин у балках зі змішаним армуванням були на 20–60 % більшими, ніж у традиційних залізобетонних балках за аналогічних рівнів навантаження в межах граничного стану експлуатаційної придатності. Це свідчить про суттєве зниження жорсткості та тріщиностійкості таких балок.

Вплив сталевих волокон (SF) та вуглецевих нанотрубок (CNT) на згинальну поведінку балок зі змішаним армуванням, армованих скловолоконним полімером (GFRP) та сталлю, досліджено у [4]. Було виготовлено дев'ять балок, розділених на три серії:

- контрольні зразки із самоущільнювального бетону (SCC);

- балки з бетону, модифікованого сталевими волокнами (SFC);

- балки із самоущільнювального бетону з вуглецевими нанотрубками (CNTSCC). Результати дослідження показали покращення механічних властивостей усіх типів балок при додаванні SF та CNT. Також зафіксували підвищення міцності на розтяг і стиск.

У праці [5] досліджено вплив поліетиленових (PE) та сталевих волокон, а також їхніх комбінацій, на міцність і деформативність високоміцного бетону. Результати показали, що за частковою заміною поліетиленових волокон сталевими (до 0,7 % за об'ємом), міцність на розтяг та деформаційна здатність композитів типу ECC (Engineered Cementitious Composites) залишалися порівнянними з еталонною сумішшю. Однак за збільшення вмісту сталевих волокон до 1 % спостерігали істотне зменшення деформативності – з 5,44 % до 2,78 %. Модуль пружності при розтязі, навпаки, зростає зі збільшенням частки сталевих волокон. При комплексній оцінці механічних та економічних властивостей, суміш ECC із змішаним вмістом 1,3 % PE фібр та 0,7 % сталевих фібр (P1.3S0.7) продемонструвала найкращі загальні характеристики. Порівняно з еталонною сумішшю P2.0S0, суміш P1.3S0.7 мала вищу міцність на стиск, вищий модуль пружності, нижчу вартість, при цьому незначно поступаючи у міцності та пластичності на розтяг (зниження лише на 3,8 % та 5,5 % відповідно).

У праці [6] проведено числове моделювання за допомогою нелінійного аналізу методом скінченних елементів (NLFEA) та аналітичне дослідження згинальної поведінки балок з геополімерного бетону, балки було поділено на три групи: армовані сталевую арматурою, склопластиковою (GFRP) арматурою, а також змішана модель армування із склопластиковою арматурою з додаванням дисперсних волокон (сталевих та поліпропіленових) до суміші. Моделювання виконували за допомогою програмного забезпечення ANSYS на десяти тривимірних моделях скінченних елементів, що представляли балки із змішаним армуванням, які раніше експериментально протестували автори. Балки піддавалися чотириточковому згинальному навантаженню до руйнування.

Учені показали, що додавання сталевих та поліпропіленових волокон до суміші геополімерного бетону, армованих GFRP, лише незначно

покращує його згинальну поведінку. Зокрема додавання сталевих волокон призвело до збільшення граничного навантаження на 9 % та максимального прогину на 7 %, тоді як поліпропіленові волокна забезпечили підвищення цих показників на 10,6 % і 4 % відповідно.

У праці [7] експериментально досліджені згинані залізобетонні балки, армовані комбінованими стрижнями зі сталі та склопластикової арматури (GFRP), а також проаналізовано вплив застосування надвисокоміцного фібробетону (UHPFRC) у вигляді верхніх шарів балок. Результати показали, що найбільше граничне значення згинального моменту спостерігали у балок, армованих лише арматурою GFRP, дещо менше – у балок зі змішаним армуванням, і найменше – у зразків, армованих виключно сталевую арматурою. Наявність шару UHPFRC суттєво впливала на граничний стан несучої здатності та жорсткості балок.

Дослідження [8] показало, що змішане армування дозволяє контролювати початок тріщиноутворення та зменшувати максимальну ширину тріщин більш ніж на 50 % за однакового рівня навантаження порівняно з армуванням лише GFRP. Згинальна поведінка балок зі змішаним армуванням може бути точно прогнозована за допомогою теоретичних методів та методу скінченних елементів.

Додавання відходів сільськогосподарського виробництва (джутових волокон) як фібри та їхнє поєднання з композитною і сталевую арматурою досліджували Шехріар Ахмед та Маджид Алі у праці [9]. Результати показали покращення характеристик бетону щодо поглинання енергії від ударів та вибухів. Комбінація арматури GFRP із бетоном, армованим джутовими волокнами, виявилася більш ефективною порівняно з іншими варіантами (зі сталевую арматурою та звичайним бетоном). Автори дійшли висновку, що така комбінація може бути практично реалізована для зменшення розкидання бетонних уламків під час вибуху, що сприятиме підвищенню безпеки та збереженню людських життів.

Експериментальні дослідження структурної поведінки бетонних балок двотаврового перерізу зі змішаним армуванням (попередньо напружені GFRP та сталеві стрижні) із застосуванням сталеві фібробетону (SFRC) та порівнянням із армуванням лише сталевими стрижнями та хомутами наведені у праці [10]. Автори розробили та випробували десять балок під чотириточковим згинанням із метою вивчення впливу співвід-

ношення арматури, рівня попереднього напруження та типу бетону. Було проведено оцінку несучої здатності (SLS та ULS), деформативності, пластичності та видів руйнування, а також порівняння експериментальних результатів із прогнозованими моделями (MC2010). Дослідження показали ефективність попереднього напруження та потенціал SFRC для елементів без хомутив, а також підкреслили важливість балансу між композитною та сталеву арматурою та властивостями SFRC для досягнення бажаної несучої здатності й пластичності.

У праці [11] експериментально досліджено внесок анкерної дії поздовжнього армування балок зі змішаним армуванням із сталевих і GFRP-стрижнів. У залізобетонних балках із різними схемами армування використано самоущільнюваний бетон без фібри та з додаванням сталевих волокон (0,9 % та 1,2 % за об'ємом). Випробували шістьнадцять балок розміром 140×300×1500 мм, які спиралися на дві опори та навантажувалися у двох точках. Розроблено модель для прогнозування роботи балок на зсув без вертикального армування, що враховує внесок анкерної дії поздовжнього армування зі сталі та GFRP. Результати показали значний внесок анкерної дії як сталевих, так і GFRP-стрижнів у роботу балок на зсув. Водночас застосування змішаної системи зі сталевих і GFRP-стрижнів призводило до зменшення анкерної дії сталевих стрижнів через їх взаємодію.

У праці [12] за допомогою методу скінчених елементів досліджено згинальну поведінку балок із реактивного порошкового бетону (RPC), армованих арматурою зі скловолоконних полімерів (GFRP) та сталевих стрижнів. За результатами аналізу методом скінчених елементів було запропоновано формули для прогнозування згинальної несучої здатності балок із таким видом армування.

У дослідженні [13] згинальної поведінки нерозрізних двопробіжних балок, армованих GFRP та сталеву арматурою, встановлено, що такі балки демонструють пластичну поведінку, особливо за використання різних процентних співвідношень армування у прогонах та над опорами. Крім того, показано, що збільшення кількості сталевої або GFRP-армування покращує згинальну жорсткість балок після утворення перших тріщин.

У праці [14] досліджено поведінку бетонних балок, армованих фіброармованими полімерними (HFRP) стрижнями, та вплив анкерування вздовж FRP-арматури. Виявлено, що застосування системи анкерування з використанням сталевих трубок

забезпечує ефективну передачу напружень між бетоном і FRP-арматурою. Експериментально встановлено, що збільшення кількості точок анкерування вздовж довжини FRP-стрижня значно підвищує граничне навантаження балок.

У праці [15] проведено експериментальні дослідження залізобетонних плит, армованих FRP, під вибуховим навантаженням, а також їх порівняння зі сталезалізобетонними плитами та залізобетонними плитами, армованими лише GFRP (GRC). Встановлено, що під час близького вибуху, завдяки лінійній пружності та високій міцності на розтягнення арматури GFRP, залишкова деформація плит із змішаним армуванням була меншою, а здатність до вибухового відновлення – більшою, ніж у сталезалізобетонних плит. Крім того, автори запропонували Індекс Вибухового Відновлення (BRI) для оцінки здатності бетонних плит відновлюватися після вибухового навантаження.

У праці [16] досліджено вплив сталевих волокон (фібри) на характеристики згинаних балок, армованих комбінацією сталеві та GFRP-арматури. Експериментально підтверджено, що додавання сталевих волокон підвищує несучу здатність, пластичність та жорсткість балок. Автори розробили та застосували модифікований підхід для прогнозування номінальної згинальної несучої здатності балок із SFRC, армованих за змішаною схемою. Цей підхід враховує внесок як сталеві та GFRP-арматури, так і сталевих волокон. Методика розрахунку була експериментально обґрунтована шляхом порівняння результатів для 48 балок.

У праці [17] досліджено граничні навантаження, прогини у середині прольоту та деформації арматурних стрижнів із H-GFRP, а також порівняно із GFRP та сталеву арматурою. Крім того, виконано аналітичне дослідження у середовищі ANSYS. Результати показали, що H-GFRP арматура має механізм руйнування, подібний до сталеві арматури, що забезпечує пластичний режим руйнування при досягненні максимальної несучої здатності.

Висновки. Сьогодні є чимало експериментальних та теоретичних досліджень балок зі змішаним армуванням, зокрема поєднання сталеві та композитної арматури (GFRP, BFRP, CFRP), фібри та попередньо напружених стрижнів. Таке комбіноване армування дозволяє підвищити несучу здатність, покращити тріщиностійкість, забезпечити довговічність і адаптивність конструкцій до складних експлуатаційних умов. Особливо перспективні комбінації композитної арматури з

фіброю та попереднім напруженням, що дозволяють досягати високої несучої здатності при зменшенні маси конструкцій та забезпеченні корозійної стійкості. Водночас потребує подальшого вивчення вплив співвідношення типів арматури, їхнього розташування та роботи конструкцій у складному напруженому стані. Напрямок досліджень змішаного армування балок має високу практичну значущість і потребує розвитку нормативної бази для подальшого впровадження у проєктування та будівництво.

Бібліографічний список

1. Maganti T. R., Gopireddy H. K. R., Boddepalli K. R. Enhanced flexural performance and crack control in hybrid fiber ECC-ACC beams. *Ain Shams Engineering Journal*. 2025. Vol. 16. Cairo. P.103451. doi: 10.1016/j.asej.2025.103452.
2. Zhan J., Shao Y. Low-cost and ductile prestressed UHPC beams with hybrid reinforcement: Experiments and design methods. *Engineering Structures*. 2025. Vol. 339. London. P. 120667. doi: 10.1016/j.engstruct.2025.120667.
3. Experimental study of flexural behavior and serviceability of hybrid concrete beams reinforced by steel and G/BFRP bars. *8th Global Conference on Materials Science and Engineering (CMSE2019)*. 2019. November 12–15. Xi'an, China. P. 012007. doi: 10.1088/1757-899X/770/1/012007.
4. Salman A., Hassan A., Ahmed H. I. Effects of steel fibers and carbon nanotubes on the flexural behavior of hybrid GFRP/steel reinforced concrete beams. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 2024. Vol. 13. Beni-Suef. P. 127. doi: 10.1186/s43088-024-00584-9.
5. Liu D., Yu J., Qin F., Zhang K., Zhang Z. Mechanical performance of high-strength engineering cementitious composites (ECC) with hybridizing PE and steel fibers. *Case Studies in Construction Materials*. 2023. Vol. 19. Amsterdam. P.e01961. doi: 10.1016/j.cscm.2023.e01961.
6. Flexural Behavior of Steel and FRP-Reinforced Geopolymer Concrete Beams: Numerical Modeling and Analytical Study. *Engineering Research Journal*. 2023. Vol. 52. Cairo. P. 38–47.
7. El-Shafey A. M., El Refai A., Ashour A. F. Flexural behaviour of RC beams with a UHPFRC top layer and hybrid reinforcement of steel and glass fiber reinforced polymer bars. *Case Studies in Construction Materials*. 2024. Vol. 21. Amsterdam. P.e04017. doi: 10.1016/j.cscm.2024.e04017.
8. Xingyu G., Yiqing D., Jiwang J. Flexural behavior investigation of steel-GFRP hybrid-reinforced concrete beams based on experimental and numerical methods. *Engineering Structures*. 2020. Vol. 206. London. P. 110117. doi: 10.1016/j.engstruct.2019.110117.
9. Ahmed S., Ali M. Use of agriculture waste as short discrete fibers and glass-fiber-reinforced-polymer rebars in concrete walls for enhancing impact resistance. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 276. Amsterdam. P. 122211. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122211.
10. Experimental study on the structural performance of concrete beams reinforced with prestressed GFRP and steel bars. *Construction and Building Materials*. 2024. Vol. 438. Amsterdam. P. 137031. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2024.137031.
11. Shear behavior of self-consolidating concrete deep beams reinforced with hybrid of steel and GFRP bars. *Ain Shams Engineering Journal*. 2023. Vol. 14, No 10. Cairo. P. 102136. doi: 10.1016/j.asej.2023.102136.
12. Nonlinear analysis of flexural performance of reactive powder concrete beams reinforced with hybrid GFRP and steel bars. *Case Studies in Construction Materials*. 2022. Vol. 17. Amsterdam. P.e01450. doi: 10.1016/j.cscm.2022.e01450.
13. Experimental tests of two span continuous concrete beams reinforced with hybrid GFRP-Steel bars. *Structures*. 2023. Vol. 47. Amsterdam. P. 12055. doi: 10.1016/j.istruc.2022.12.055.
14. Behaviour of Concrete Beams Reinforced with Hybrid Fiber Reinforced Bars. *Advanced Composite Materials*. 2010. Vol. 19, No 3–4. Leiden. P. 283–298. doi: 10.1163/092430410X547074.
15. Research on Hybrid FRP–Steel-Reinforced Concrete Slabs under Blast Load. *Buildings*. 2023. Vol. 13, No 4. Basel. P. 1058. doi: 10.3390/buildings13041058.
16. Experimental investigation on the flexural behavior of SFRC beams reinforced with hybrid reinforcement schemes. *Engineering Structures*. 2024. Vol. 298. Amsterdam. P. 118054. doi: 10.1016/j.engstruct.2024.118054.
17. Flexural behavior of HSC beams reinforced by hybrid GFRP bars with steel wires. *Case Studies in Construction Materials*. 2022. Vol. 17. Amsterdam. P.e01054. doi: 10.1016/j.cscm.2022.e01054.

Стаття надійшла 14.02.2025

УДК 624.131.53:620.197:621.548(477)

ТЕХНІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ПІДСИЛЕННЯ СПОРУДИ ВІТРОВОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

І. Рутковська, к. т. н.

ORCID ID: 0009-0009-9051-5086

*Національний лісотехнічний університет України***Ю. Фабрика, к. т. н.**

ORCID ID: 0000-0002-1745-1356

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.062>

Рутковська І., Фабрика Ю. Технічне обстеження та підсилення споруди вітрової електростанції

Розглянуто актуальні питання технічного обстеження та підсилення будівель і споруд у контексті сучасних вимог до надійності, довговічності та міцності конструкцій. Висвітлено методологічні підходи до оцінювання технічного стану об'єкта. Проаналізовано чинники, що впливають на зниження експлуатаційної придатності конструкцій, серед яких старіння матеріалів, вплив навколишнього середовища, динамічні й техногенні навантаження та порушення технології будівництва. Наведено результати технічного обстеження фундаменту вітроенергетичної установки, розташованої у межах Скибової зони Бескидської частини Карпат, та приклад підсилення методом ін'єктування. Описано інженерно-геологічні, кліматичні та конструктивні особливості ділянки та споруди.

Визначено поточний технічний стан несучих конструкцій, виявлено дефекти і розроблено ефективні рішення для підсилення бетонного фундаменту.

Обстеження проводили в декілька етапів, із застосуванням візуальних, інструментальних і лабораторних методів контролю. Встановлено наявність локальних порожнин і розшлющень у бетонній структурі, що знижують несучу здатність конструкції. Для їхнього усунення розроблено технологію ін'єктування цементного безусадкового розчину SikaGrout®-3350, який забезпечує високу початкову міцність, самоущільнення та довговічність.

Подано детальну послідовність ремонтних заходів, методику приготування та подачі матеріалу, вимоги до підготовки порожнин і контролю якості робіт. Запропоноване рішення дає змогу відновити монолітність фундаменту, підвищити його експлуатаційну надійність і продовжити термін служби без демонтажу конструкції.

Отримані результати можуть бути використані для аналогічних об'єктів відновлюваної енергетики, зокрема в умовах підвищеної сейсмічності та складних ґрунтових характеристик.

Ключові слова: технічне обстеження, фундамент, вітрова електростанція, дефекти бетону, ін'єктування, підсилення конструкцій, SikaGrout-3350.

Rutkovska I., Fabryka Yu. Technical inspection and strengthening of a wind power plant structure

The article examines current issues related to the technical inspection and strengthening of buildings and structures in the context of modern requirements for reliability, durability, and safety. Methodological approaches to assessing the technical condition of facilities are presented, including visual inspection, instrumental measurements, non-destructive testing, and the use of digital monitoring technologies. The main factors contributing to the reduction of structural performance are analyzed, particularly material aging, environmental impact, dynamic and man-made loads, as well as construction technology violations. The article presents the results of a technical inspection of the foundation of a wind energy installation located within the Skybova zone of the Beskyd part of the Carpathians. The geological, climatic, and structural characteristics of the site and the structure are described.

The aim of the research is to determine the current technical condition of the load-bearing elements, identify structural defects, and develop effective methods for strengthening the concrete foundation.

The inspection was carried out in several stages using visual, instrumental, and laboratory testing methods. Local voids and zones of reduced concrete density were identified, which decrease the load-bearing capacity of the foundation. To eliminate these defects, a strengthening technology using SikaGrout®-3350 - a one-component, non-shrink, high-strength cementitious grout - was proposed.

The article details the sequence of repair operations, material preparation and injection procedures, and quality control requirements. The proposed solution restores the monolithic integrity of the concrete foundation, improves its reliability, and extends its service life without dismantling the structure.

The obtained results can be applied to similar renewable energy projects, especially in seismically active and geotechnically complex mountain regions of Ukraine.

Keywords: technical inspection, foundation, wind power plant, concrete defects, grouting, structural strengthening, SikaGrout-3350.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку відновлюваної енергетики питання забезпечення надійності та довговічності конструкцій вітрових електростанцій набуває особливої актуальності. Надійність експлуатації таких споруд безпосередньо залежить від технічного стану їхніх фундаментів та несучих елементів. Тож проведення технічного обстеження та своєчасного підсилення конструкцій є важливою складовою системи технічного моніторингу об'єктів енергетичної інфраструктури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика технічного обстеження та підсилення фундаментів енергетичних споруд, зокрема вітрових електростанцій, посідає важливе місце в сучасній будівельній науці. Питання забезпечення надійності та довговічності бетонних і залізобетонних фундаментів енергетичних споруд висвітлено в низці сучасних наукових праць. Дослідження [1–3] присвячені впливу експлуатаційних навантажень, динамічних коливань і сейсмічних факторів на роботу фундаментів у складних геологічних умовах.

Особливу увагу приділено використанню сучасних ін'єкційних технологій для відновлення несучої здатності фундаментів без зупинки експлуатації об'єктів [4–6].

У працях українських дослідників, таких як О. Мартин, І. Рутковська, Ю. Фабрика, В. Ковалишин, В. Кваша, І. Білик, розглянуто питання впливу динамічних навантажень та деформацій ґрунтової основи на стійкість і довговічність бетонних фундаментів. Л. Кондратюк і П. Рибак досліджували ефективність технологій ін'єктування тріщин і порожнин у бетонних конструкціях за допомогою полімерцементних і мікрокремнеземних складів. С. Глуховський та М. Бойко вивчали особливості роботи бетонних основ у сейсмонезбезпечних районах Карпатського регіону.

Серед зарубіжних науковців вагомий внесок зробили М. Feldmann (Німеччина), А. Neville (Велика Британія), J. Stark (Нідерланди), F. Collins (Австралія), S. Mindess (Канада), які досліджували процеси деградації та методи відновлення властивостей високоміцних бетонів.

Праці компаній Sika, BASF, Mapei, Hilti містять практичні рекомендації щодо використання високотехнологічних ін'єкційних сумішей і ремонтних розчинів для підсилення фундаментів без зупинки роботи обладнання.

Однак, незважаючи на значний науковий доробок, дослідження, присвячені адаптації цих технологій до умов вітроенергетичних споруд у гірських районах України, залишаються недостатньо висвітленими.

Саме тому актуальне комплексне технічне обстеження фундаментів вітряків із використанням сучасних неруйнівних методів діагностики та впровадженням адаптованих технологій підсилення.

Постановка завдання. Наше завдання – встановлення фактичного стану конструктивних елементів споруди, визначення ступеня фізичного зносу, характеру дефектів і пошкоджень, а також оцінка їхнього впливу на подальшу безпечну експлуатацію. Додатково здійснено аналіз умов експлуатації об'єкта та розроблено технологічні рекомендації щодо підсилення елементів фундаменту.

Виклад основного матеріалу. Досліджуваний будівельний майданчик вітрової електростанції розташований у межах Скибової зони Бескидської низько- і середньогірної зовнішньої частини крайових хребтів Карпат. Для цієї території характерний верховинський тип ландшафту, що визначається наявністю крутосхилих міжрічкових ділянок та порівняно вузьких терас у верхніх частинах гірських хребтів.

Згідно з Державним класифікатором будівель і споруд ДК 018-2000 [1], об'єкт належить до коду 2302.4 – електростанції на нетрадиційних джерелах енергії. Клас наслідків об'єкта – СС1, відповідно до вимог ДСТУ 8855:2019.

Кліматичні та інженерно-геологічні умови ділянки характерні такими показниками:

- кліматичний район: П, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»;
- сейсмічність території: 6 балів за шкалою MSK, згідно з ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України»;
- середня температура найхолоднішої п'ятиденки: 19 °С;
- температурна зона будівництва: 2 (ДБН В.2.6-31:2006);
- швидкісний напір вітру (на висоті 10 м): 0,53 кПа;
- снігове навантаження: 1,42 кПа (ДБН В.1.2-2:2006);
- нормативна глибина промерзання ґрунту: 1,0 м.

Розрахункова сейсмічність ділянки становить 6 балів із 5 % імовірністю перевищення інтенсивності протягом 50 років. Ґрунти належать до І категорії за сейсмічними властивостями.

Конструктивна характеристика фундаменту

Фундамент типу Ф-1 під вітроелектроустановку має круглу форму в плані (рис. 1) і складається з кількох конструктивних частин:

- плитна частина діаметром 22,0 м, завтовшки від 1,0 до 2,54 м, виконана з бетону класу С35/45, W8, F100 із армуванням сталлю А400С;

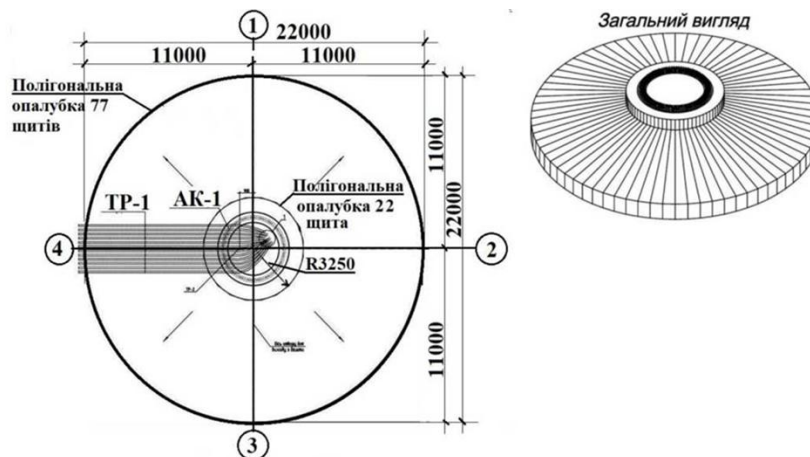


Рис. 1. Загальний вигляд фундаменту

- заглиблена частина (нижній пояс плити) діаметром 6,0 м, завтовшки 450 мм, із бетону C50/60, W8, F100;

- п'єдестал діаметром 6,5 м і висотою 0,5 м, армований багаторядною арматурою.

Опирання фундаменту здійснюється на ґрунт інженерно-геологічного елемента ІГЕ-4 з такими розрахунковими характеристиками: питома вага – 23,5 кН/м³; розрахунковий опір $R_{cm} = 50/5$ МПа.

Методика та етапи технічного обстеження

Технічне обстеження споруди виконували поетапно, відповідно до вимог чинних нормативних документів, для визначення фактичного технічного стану та забезпечення достовірності отриманих результатів.

Перший етап – попереднє візуальне обстеження. Оцінювали зовнішній стан елементів споруди, фіксували видимі дефекти та пошкодження. Під час підтягування гайок анкерних шпильок опорної плити виявили, що довжина шпильок перевищує проєктне значення приблизно на 12 см. Також зафіксовано поздовжні тріщини в бетонній заливці опорної пластини.

Для відбору проб бетону обирали ділянки, вільні від арматури, розташовані на відстані від країв і стиків, щоб мінімізувати вплив на несучу здатність конструкцій.

Другий етап – детальне інструментальне обстеження. Охоплював комплекс візуально-інструментальних робіт із фотофіксацією дефектів і випробуванням міцності бетону методом відбору зразків із конструкцій (рис. 2). Контрольні зразки у вигляді кернів вибурили спеціальним обладнанням, а подальші випробування виконували на гідравлічній машині KL 200/CE для визначення фактичної міцності бетону.

Третій етап – лабораторне визначення фізико-механічних властивостей матеріалів.

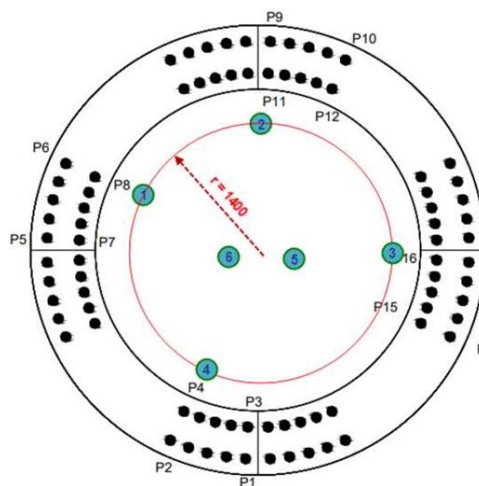


Рис. 2. Розташування кернів

Зразки бетону, відібрані під час польових робіт, випробовували на стиск у лабораторних умовах. Суть методики полягала у визначенні руйнівних навантажень із подальшим розрахунком напружень, що відповідають межі міцності бетону.

Місця відбору зразків визначали за результатами візуального огляду, з урахуванням збереження конструктивної цілісності споруди (рис. 3).



Рис. 3. Вимірювання розмірів кернів

Четвертий етап – узагальнення результатів. Отримані дані систематизовано у технічному звіті, який містить опис дефектів, результати випробувань та рекомендації щодо відновлення та підсилення конструкцій. Усі роботи проводили відповідно до затвердженого плану за участі представників замовника, що забезпечували доступ до досліджуваних елементів споруди.

Відповідно до результатів інструментального контролю та згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-224:2009, під час бетонування монолітних елементів необхідно здійснювати статистичний контроль міцності бетону з урахуванням його однорідності. Порівняння фактичної міцності без цього врахування не допускається. Під час аналізу зразків і геофізичного обстеження встановлено наявність таких дефектів фундаменту типу Ф-1:

- розуцільнення (розшарування) на глибині близько 720 мм;
- локальна порожнина на глибині 2100 мм;
- локальна порожнина на глибині 3000 мм;
- об'ємна порожнина під нижньою пластину анкерного кошика АК-1 на глибині близько 3200 мм.

Для визначення міцності бетону методом відбору зразків із конструкцій спеціалісти ТзОВ «НІКО БУД» вибурили та випробували шість кернів (№ 1–№ 6). Під час буріння зразки не зазнали ушкоджень, що свідчить про правильність методики відбору та якість проведення робіт.

На основі аналізу отриманих результатів було запропоновано метод усунення виявлених дефектів ін'єктуванням спеціальної ремонтної суміші у порожнини бетонної конструкції. Для цього рекомендовано використати матеріал SikaGrout®-3350, який є однокомпонентною цементною сумішшю з компенсованою усадкою та високими показниками початкової й кінцевої міцності. Цей матеріал призначений для заповнення порожнин у фундаментах сталевих та залізобетонних вітроагрегатів і забезпечує відновлення монолітності бетонного тіла.

Роботи з підсилення рекомендовано виконувати у два послідовні етапи:

– підготовчий етап, який передбачає розрахунок необхідного об'єму ремонтної суміші відповідно до проектних креслень; виконання отвору діаметром близько 115 мм у нижній частині фундаменту, який буде використовуватися для ін'єктування; насичення порожнин чистою водою протягом 12 годин для покращення зчеплення розчину з бетоном. Безпосередньо перед ін'єктуванням вода цілкомовно видаляється;

– основний етап, який передбачає приготування суміші SikaGrout®-3350 відповідно до технологічної карти; закачування розчину бетононасосом через підготовлений отвір до повного заповнення порожнин.

Перед другим етапом заливки важливо провести попередню нараду з персоналом, визначити послідовність дій і перевірити наявність усього необхідного обладнання. Рекомендовані основні операції передбачають:

- доставку і розміщення матеріалів;
- перевірку прогнозу погоди та планування часу виконання робіт;
- підготовку майданчика і перевірку справності обладнання;
- контроль якості під час підливки та ущільнення розчину;
- очищення інструментів і утилізацію залишків матеріалу після завершення робіт;
- завершальний технічний огляд після затвердіння суміші.

Висновки. Технічне обстеження споруди вітрової електростанції дало змогу встановити наявність локальних дефектів фундаменту, що виникли внаслідок розуцільнення та нерівномірного твердіння бетонної суміші. Розроблена технологія підсилення із застосуванням матеріалу SikaGrout®-3350 забезпечує відновлення цілісності конструкції та підвищення її несучої здатності без необхідності демонтажу.

Вживання запропонованих заходів дасть змогу продовжити термін експлуатації споруди та гарантувати безпечну роботу вітроелектроустановки за розрахункових навантажень.

Бібліографічний список

1. ДК 018-2000. Державний класифікатор будівель і споруд. Київ: Мінбуд України, 2000.
2. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ: Мінбуд України, 2018.
3. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Київ: Мінбуд України, 2018.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження та впливи. Норми проектування. Київ: Мінбуд України, 2006.
5. Технічний звіт. Інженерно-геологічні дослідження для Сколівської ВЕС, ПП «Енергопроектсервіс», Львів, 2021.
6. Технічний звіт “Обстеження фундаменту Ф-1 ВЕУ-5 Сколівської ВЕС”, ТзОВ “НІКО БУД”, Львів, 2023.
7. Робочий проект “Будівництво Сколівської вітрової електростанції”, ПП “ПРОЕКТ-БУД”, Львів, 2023.

Стаття надійшла 12.02.2025

Розділ 3

ТЕОРІЯ АРХІТЕКТУРИ, МІСТОБУДУВАННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ СІЛЬСЬКИХ ПОСЕЛЕНЬ

УДК 72.01/03

ВІД «МІСТА СОНЦЯ» ДО ЕКЗИСТЕНЦІЙНОГО МІСТА: ФІЛОСОФІЯ БІОНІЧНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Р. Кюнцлі, д. мист.

ORCID ID: 0000-0001-5234-4903

А. Степанюк, к. арх.

ORCID ID: 0000-0001-5030-5724

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.066>

Кюнцлі Р., Степанюк А. Від «Міста Сонця» до екзистенційного міста: філософія біонічної архітектури

Розглянуто біонічну архітектуру як глибоке філософське осмислення простору в умовах глобальної урбанізації, екологічної кризи та технологічного прискорення. Відштовхуючись від утопічних ідеалів «Міста Сонця», простежено трансформацію архітектурного мислення до концепції «екзистенційного міста», в якому простір проєктується не лише як функціональна оболонка, а як середовище, здатне резонувати із внутрішнім світом людини. Біоніка представлена не тільки як естетичний або інженерний напрям, а як цілісна світоглядна модель, що інтегрує культурну пам'ять, духовні архетипи та екологічну етику.

Досліджено здатність біоніки створювати простори, які адаптуються, «дихають» і знижують психоемоційне напруження. Розглянуто приклади з історії архітектури (А. Гауді, Р. Штайнер, І. Маковец) та сучасних біонічних об'єктів (The Eden Project, Eastgate Centre, роботи В. Каллебо), що демонструють філософський потенціал біоніки. Доведено, що справжнє значення біоніки полягає не в імітації природи, а в побудові етичного діалогу між людиною та середовищем.

Окрему увагу приділено аналізу біоніки як мови архітектурного мислення, що здатна відтворювати і транслювати духовні смисли в матеріальному середовищі. У цьому контексті біоніка постає як посередник між культурною традицією, технологічними інноваціями та сучасними потребами людини. Наголошено, що органічні форми сприяють зниженню рівня тривожності, формуванню екологічної свідомості та переосмисленню простору як середовища підтримки.

Показано, що біонічна архітектура є відповіддю на виклики нашого часу: вона не лише сприяє енергоефективності та екологічній інтеграції, а й формує нову парадигму – архітектуру як простір співпереживання, гармонії та духовного змісту. Отож, біоніка постає не просто інструментом проєктування, а філософією життєвого простору, яка синтезує природу, культуру і технології.

Ключові слова: біонічна архітектура, філософія простору, екзистенційне місто, природа в архітектурі, нейроархітектура, архетип, фрактальна геометрія, сталий розвиток, духовність, екологічна етика.

Kiuntsli R., Stepaniuk A. From Civitas Solis to the existential city: philosophical foundations of bionic architecture

This article examines bionic architecture as a profound philosophical reflection on spatial design in the age of urban expansion, environmental challenges, and technological acceleration. Building upon the utopian visions of the “City of the Sun,” the authors trace the intellectual shift towards the “existential city” – an architectural paradigm where space is not merely functional but deeply resonant with the human inner world. Bionics is presented not only as an aesthetic or technological approach but as a holistic worldview that integrates cultural memory, ecological ethics, and archetypal symbolism.

The paper focuses on the capacity of bionic environments to adapt, breathe, and alleviate psychological stress. It analyzes both historical (A. Gaudí, R. Steiner, I. Makovecz) and contemporary architectural projects (The Eden Project, Eastgate Centre, Vincent Callebaut's concepts) to reveal the philosophical power of bionics. The authors argue that the essence of bionic design lies not in mimicking nature, but in cultivating an ethical dialogue between humans and their environment.

Special attention is given to bionics as a language of architectural thinking, capable of expressing spiritual meanings within the built environment. In this regard, bionic design serves as a mediator between cultural heritage, technological innovation, and contemporary human needs. The article emphasizes how organic forms reduce anxiety, foster environmental awareness, and help reimagine space as a supportive and meaningful setting.

Ultimately, bionic architecture is shown to be more than a tool for sustainability or energy efficiency – it becomes a spatial philosophy that bridges nature, technology, and human consciousness. This article frames bionics as an architectural language of empathy, meaning, and ecological responsibility, relevant for the spiritual and material needs of the 21st century.

Keywords: bionic architecture, philosophy of space, existential city, nature in architecture, neuroarchitecture, archetype, fractal geometry, sustainable development, spirituality, ecological ethics.

Постановка проблеми. У сучасному світі, де технологічний прогрес радикально змінює темп і спосіб життя, архітектура набуває нової ролі – не лише функціональної, а й філософської. Біонічна архітектура виникає як відповідь на потребу людини синхронізувати своє існування з природними ритмами, з якими вона дедалі більше втрачає контакт. Цей підхід, що поєднує технології, органіку та філософію, виходить за межі естетики – він формує нову модель світобачення. Дослідимо біоніку як філософську, естетичну та культурну концепцію, простеживши її коріння у народній архітектурі та проаналізувавши творчість архітекторів, які надали їй символічного виміру.

Упродовж історії людства архітектура відображала уявлення про ідеальне середовище – від утопічного «Міста Сонця» Томмазо Кампанелли до функціонального модернізму XX століття. Та в умовах стрімкої урбанізації і цифрової революції постає нова парадигма: місто майбутнього не лише має відповідати ритму сучасності, а й синхронізувати людину з природою, від якої вона все далі віддаляється. Біонічна архітектура – це не просто візуальне наслідування живих форм, а спроба гармонізувати середовище з внутрішніми психофізіологічними ритмами людини. Як свідчать численні дослідження з нейроархітектури, середовище впливає на емоції, пам'ять, поведінку й навіть когнітивні процеси. Водночас сучасні матеріали і технології дозволяють створювати простори, які адаптуються, «дихають», змінюються разом з мешканцями – ніби живі організми.

Розглянемо біонічну архітектуру як відповідь на екзистенційне і технологічне прискорення доби. Прагнення людини до природи не зникає, а трансформується: замість реальних ландшафтів ми створюємо їхні цифрові аналоги, замість статичності – обираємо динамічність, гнучкість і змінність. У цьому контексті біоніка постає як інструмент переосмислення ролі архітектури – від репресивного тиску бетону до простору, здатного співпереживати людині.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Джой Й. у міждисциплінарному огляді «An Interdisciplinary Argument for Natural Morphologies in Architectural Design» [10] обґрунтовує важливість

природних форм в архітектурі. Автор доводить, що люди еволюційно адаптовані до природного середовища й сприймають природні морфології як психологічно комфортні. Контакт із такими формами стимулює нейросистеми, відповідальні за обробку природної інформації. У праці «Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture» [9] дослідник демонструє, що включення природних елементів у міське середовище знижує рівень стресу, покращує увагу і загальне самопочуття людини.

Салінгарос Б., математик і теоретик архітектури, у своїх працях, зокрема «*Principles of Urban Structure*», обґрунтовує роль фрактальних, масштабованих і природонаслідувальних форм у проектуванні архітектурного простору. Він виступає за використання біофільних і біонічних патернів як засобу відновлення людського масштабу і психоемоційної безпеки у містах [15].

Стівен Келлерт, автор концепції біофільної архітектури, у праці «*Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*» (у співавторстві з Джудіт Хірваген та Мартін Мадор) висвітлює психологічні, екологічні та соціальні переваги використання природи в архітектурному просторі. Він формує перелік стратегій біонічного проектування, орієнтованого на психофізіологічні потреби людини [11].

Вільям Макдонаф і Майкл Браунгарт у книзі «*Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*» [13] запропонували підхід до архітектури та дизайну, заснований на принципах біологічного метаболізму, циркулярності та природної адаптивності – основ біонічного мислення.

Серед українських дослідників важливо відзначити: М. І. Дяченка [1], який у праці «*Біоніка в архітектурі: методичні основи*» аналізує типологію біонічних форм і принципів формотворення у проєктній практиці; О. С. Семенюк [3], яка досліджує біофільні підходи в архітектурі освіти та їхній вплив на емоційне благополуччя користувачів; Л. А. Іванова у праці «*Принципи біоніки в сучасному українському архітектурному просторі*» [2] розглядає вплив народного будівництва на біонічне формотворення.

Також варто згадати праці Сантьяго Калатрави, Томаса Хезервіка і Кенго Куми, які, хоча й є архітекторами-практиками, мають численні теоретичні викладки щодо інтеграції біоморфних принципів у свої проекти.

Постановка завдання. У сучасному архітектурному дискурсі біоніка все частіше розглядається як перспективний підхід до формування гармонійного та екологічно орієнтованого середовища. Проте її трактування нерідко зводиться до поверхового використання природних форм або технологічної ефективності, без урахування глибшого філософського змісту. Водночас, актуальні виклики – екологічна криза, урбаністична фрагментація, психоемоційне перевантаження – вимагають переосмислення архітектури як простору, що не лише виконує утилітарну функцію, а й формує екзистенційне тло людського життя.

У цьому контексті постає необхідність:

- осмислити біонічну архітектуру як філософсько-культурний феномен, а не лише як технічну чи естетичну практику;
- простежити її зв'язок із традиційними архітектурними уявленнями про гармонію з природою (зокрема в народному будівництві);
- проаналізувати роль біоніки у створенні середовищ, що відповідають психофізіологічним потребам людини в умовах технологічної доби;
- визначити потенціал біоніки як мови духовного вираження в архітектурі, здатної транслювати ідеї, цінності й культурну ідентичність.

Наше завдання – виявлення глибинного змісту біонічної архітектури як філософської моделі проектування простору, що поєднує технології, природу та людську свідомість; аналіз прикладів архітектурної практики, які репрезентують біоніку як спосіб відповіді на екзистенційні потреби сучасної людини.

Виклад основного матеріалу. Біоніка безперечно має майбутнє – і не просто як стиль чи напрям, а як системний підхід до проектування середовища, який може відповісти на ключові виклики XXI століття.

У світі, де вичерпуються ресурси й посилюються кліматичні кризи, біонічні рішення дадуть змогу оптимізувати енерговитрати, вентиляцію, освітлення, використовуючи природні принципи: наприклад, як термітники вентилюються без кондиціонерів – так і біонічні будівлі «дихають».

Сучасні матеріали, зокрема біополімери, 3D-друк, штучний інтелект та алгоритми оптимі-

зації форм (на зразок генетичних алгоритмів) дають можливість відтворювати структури, що наслідують живу природу.

Біоніка відповідає філософії сталого розвитку. Це не лише про зовнішній вигляд, а про мислення: як функціонує середовище, як у ньому циркулюють енергія, вода, інформація. Біонічне проектування мислить системно, як живий організм.

Біоніка як напрям сучасної архітектури та дизайну має значний потенціал у контексті збереження флори і фауни, адже вона ґрунтується на вивченні природних систем і наслідуванні їхніх принципів у штучному середовищі. Її застосування дозволяє не лише формувати естетично привабливі простори, але й створювати архітектурні рішення, що знижують антропогенне навантаження на навколишнє середовище. Зокрема біонічні фасади, зелені дахи, адаптивні структури та інші інновації сприяють оптимізації використання енергії, води, тепла та світла, що, своєю чергою, мінімізує споживання природних ресурсів і зменшує викиди шкідливих речовин.

Важливою перевагою біонічного підходу є інтеграція природних елементів у міське середовище. Цього досягають через впровадження конструктивних рішень, що відтворюють природні екосистеми: від вертикального озеленення та дахів з рослинністю до створення урбаністичних «коридорів» для міграції тварин. Такі практики забезпечують збереження біорізноманіття у містах, дозволяючи рослинам і тваринам співіснувати з людиною в урбанізованому просторі.

Крім того, біоніка передбачає мінімальне втручання в природне середовище завдяки використанню легких, адаптивних і екологічно орієнтованих форм, що наслідують природні процеси. Будівлі, створені за принципами біоніки, функціонують подібно до живих організмів: вони саморегулюються, реагують на зміни зовнішнього середовища та підтримують внутрішній баланс. Це сприяє створенню середовищ, які не лише не руйнують природу, а й працюють у синергії з нею.

Нарешті, біоніка виконує важливу культурну й освітню функцію, сприяючи формуванню у мешканців міст екологічної свідомості. Простори, що наслідують природні форми і функції, сприяють відновленню зв'язку між людиною та природою, що є передумовою для формування стійких екологічних практик і ставлення до навколишнього середовища як до цінності.

Отже, біоніка є не лише архітектурним підходом, а комплексною стратегією збереження природи в умовах техногенної доби. Проте

найважливіше – біоніка гармонізує простір із людиною. Дослідження показують, що органічні, природні форми знижують рівень стресу, стимулюють продуктивність і позитивно впливають на психіку. Біоніка допомагає створити середовище, яке не конфліктує з людською природою. Як напрям архітектурного мислення і проєктування, не лише сприяє збереженню довкілля, а й відіграє ключову роль у гармонізації простору з людиною. В основі біонічної архітектури лежить ідея наслідування природних форм, структур та процесів, що дозволяє створювати середовище, максимально наближене до органічного, природного ландшафту. Таке середовище, згідно з численними психологічними та нейрофізіологічними дослідженнями, позитивно впливає на емоційний стан людини, знижує рівень тривожності, покращує концентрацію та стимулює когнітивні функції.

Архітектура, заснована на біонічних формах, не створює візуального або психологічного тиску, на відміну від жорсткої геометрії та повторюваних модулів, притаманних індустріальній добі. Людське тіло й мозок еволюційно пристосовані до природного середовища, тому плавні лінії, асиметричні об'єми, м'які переходи, притаманні природі, сприймаються комфортніше, ніж гострі кути чи монотонні фасади. Біоніка враховує цю глибинну психофізіологічну особливість, формуючи простори, які резонують з внутрішньою природою людини.

Яскравими прикладами архітекторів, що працювали у біонічному або спорідненому з ним стилі, є Антоніо Гауді, Рудольф Штайнер та Імре Маковец. Їхні проєкти демонструють не лише технічну інноваційність, а й глибоку філософську спрямованість на діалог з природою та людиною.

Антоніо Гауді у своїх проєктах (зокрема «Саграда Фамілія», «Каса Міла», «Парк Гуель») майстерно інтегрував елементи флори, фауни й геоморфології, перетворюючи архітектуру на символ органічної єдності. Форми, що нагадують хребти, стовбури дерев, мушлі чи хвилі, не лише естетично вражають, а й викликають у глядача відчуття захищеності, спокою, довіри до простору.

Рудольф Штайнер, засновник антропософської архітектури, у проєкті Гетеануму в Дорнаху (Швейцарія) застосував асиметричні, динамічні форми, покликані пробуджувати у людини внутрішній зв'язок з духовним виміром буття. Його підхід також спирався на переконання, що простір впливає на внутрішній роз-

виток особистості та може слугувати засобом гармонізації душевного стану.

Імре Маковец, угорський архітектор, втілював ідеї органічної архітектури, відкидаючи штучність і стандартизацію. Його споруди, зокрема культурні центри та храми, відзначаються глибоким зв'язком із національною міфологією, природними формами й людськими архетипами. Завдяки цьому вони мають не лише практичну функцію, а й здатність трансформувати сприйняття простору, викликати глибокі емоційні переживання.

Отож, біонічна архітектура – це не лише естетика або технологія, а цілісна філософія простору, в основі якої лежить гармонія між людиною і середовищем. Її потенціал полягає у здатності створювати простори, які сприяють психоемоційній рівновазі, стимулюють творчість, підтримують здоров'я і формують нову етичну парадигму взаємодії людини з довкіллям. У світі швидких змін і зростаючих стресових навантажень саме біоніка здатна стати платформою для проєктування комфортного, гуманного й сталого майбутнього.

У цьому контексті важливо проаналізувати конкретні реалізації біоніки у сучасному архітектурному проєктуванні. Одним із найвідоміших прикладів є *The Eden Project* [6] (Корнуолл, Велика Британія, арх. Ніколас Грімшоу, 2001) – біонічний комплекс теплиць-куполів, натхненних геодезичною структурою та клітинними формами. Проєкт не лише відтворює біосферні умови, а й сам по собі є моделлю екосистемного підходу в архітектурі.

Іншим знаковим прикладом є *Eastgate Centre* у Хараре (Зімбабве) [14], спроектований архітектором Міком Пірсом у 1996 році. Його система природної вентиляції, натхненна структурою термітників, дозволяє будівлі підтримувати комфортний мікроклімат без використання кондиціонерів, що значно знижує енергоспоживання.

Футуристичні проєкти Венсана Каллебо (*Vincent Callebaut*) є втіленням біоніки як технологічного та ідеологічного підходу. У концептах «Lilypad», «Dragonfly», «Hyperions» архітектор поєднує біоморфні форми, вертикальне озеленення, енергоефективність та соціальну інтеграцію. Наприклад, «Hyperions» (Індія, 2015 р.) – вертикальне фермерське місто – використовує енергетичну автономність, біоматеріали та симбіотичне співіснування з природним середовищем [5].

Варто згадати і павільйон UK Pavilion «Seed Cathedral» на виставці *Shanghai Expo 2010* (арх. Томас Хезервік), фасад якого складався з 60 тис. прозорих акрилових стрижнів із насінням рослин – символа гармонії технології та біологічного розмаїття [7; 8].

Загалом ці приклади показують, що біонічна архітектура не є абстрактним ідеалом, а активно втілюється у сучасних практиках – у формі інноваційного інженерного проектування, екологічної свідомості та психологічної чутливості до користувача простору.

Архітектура, що має глибинне філософське або духовне підґрунтя, здатна виходити за межі естетики та функціональності, перетворюючись на мову ідеї. Так, популярність архітектури Антоніо Гауді зумовлена не лише її унікальними формами, а й здатністю транслювати сакральність – у його творчості біонічні структури слугують візуальним втіленням християнського світобачення. Архітектура Рудольфа Штайнера, навпаки, втілює філософію антропософії, де форма простору покликана пробуджувати духовну свідомість і внутрішній розвиток особистості. У творчості Імре Маковеца біонічна мова архітектури стає засобом реконструкції колективної пам'яті й національного духу – через природні форми він транслює нове бачення угорської міфології та культурної ідентичності.

Біоніка в архітектурі не є стилістичним прийомом, а способом втілення ідеї через органічну форму. Якщо біоніка зводиться лише до оптимізації конструкцій або естетизації форми, вона втрачає здатність транслювати смисл. Справжня сила біоніки – у поєднанні форми й філософії, у спробі віднайти баланс між технічним і духовним, між природою та культурою.

Майбутнє біоніки – не у наслідуванні природи, а в етичному співіснуванні з нею. Біоніка не має підмінювати природу техногенними копіями, а повинна бути провідником до її пізнання, збереження і поваги. Лише за такої умови вона здатна стати основою нової парадигми архітектури – не лише сталої, а глибоко людяної.

І хоча біоніка сприймається як продукт сучасної технологічної думки, її глибинне коріння сягає традиційної народної архітектури, де домінували інтуїтивні форми, адаптовані до рельєфу, клімату та природного середовища. Українські мазанки, альпійські шале та японські мія відтворювали логіку біосистем, навіть не маючи доступу до цифрових інструментів або інженерного моделювання. Це свідчить про те, що біоніка є не лише технологією, а й способом

мислення, закладеним у природній потребі людини жити в гармонії з природою.

Сучасні архітектори переосмислюють цей досвід через нові матеріали й технології. Сантьяго Калатрава [4] транслює рух живих систем у масштабні інженерні структури, Томас Хезервік [8] прагне надати архітектурі емоційної виразності через м'які, «живі» форми, а Кенго Кума [12] поєднує японські традиції з біонічними принципами, створюючи простори, що ніби «розчиняються» у природному ландшафті. Кожен із них, як і Гауді, Штайнер чи Маковец, використовує біоніку не просто як засіб формотворення, а як спосіб візуалізації ідеї – духовної, філософської, культурної.

У сучасному дискурсі біоніка постає як спроба людини осмислити й відтворити природні форми та принципи через технології, що на перший погляд наближає її до природи. Проте в цій тенденції прихований ризик ідеологічної підміни: замість сприйняття природи як первинного, органічного та духовного творіння, людство ризикує почати поклонятися її штучному відображенню.

Біоніка, яка наслідує природу, але створена людиною, може стати новим ідолом – витвором, що витісняє сакральне сприйняття світу, надаючи перевагу техногенній імітації над автентичним буттям. У цьому контексті важливо усвідомлювати, що біоніка не повинна підмінити природу, а лише сприяти її збереженню, пізнанню та гармонійному співіснуванню людини з нею. Тільки тоді вона здатна стати етичним інструментом, а не механізмом відчуження від глибинного зв'язку людини з творінням.

Проте, як довели великі архітектори, біонічна архітектура – це також мова, через яку людство осмислює власне походження, екзистенційні тривоги та естетичні ідеали. Її сила – у здатності поєднувати високу технологічність із глибинною гуманістичною ідеєю. Зберігаючи спадщину минулого й задаючи вектори майбутнього розвитку, біоніка може стати основою нової філософії простору – більш людяного, природного і змістовного.

Живучи в природному середовищі, людина мала більше можливостей для внутрішньої зосередженості, рефлексії та гармонійного співіснування з оточенням. Сучасний урбанізований простір часто позбавляє індивіда цієї здатності, замінюючи природну динаміку ритмом технократичних імпульсів. У цьому контексті біонічна архітектура постає не лише як візуальна або конструктивна інновація, а як носій нової семантики середовища. Кожна будівля, кожен публічний або приватний простір має нести певний

зміст, бути символом або нагадуванням – про зв'язок з природою, про красу органічного, про межі людської влади над матерією. Біоніка має потенціал стати таким провідником: вона вбудовує в архітектурну форму не лише функцію, а й філософію, здатну резонувати з внутрішнім світом людини, пробуджувати пам'ять, стимулювати розвиток і рефлексію.

Висновки. Біонічна архітектура постає не лише як стиль або технічний метод, а як цілісна філософська концепція, що поєднує інженерні рішення, екологічне мислення та гуманітарний вимір. Вона трансформує архітектурний простір у середовище, здатне підтримувати психоемоційний баланс людини та сприяти глибшому зв'язку з природою.

У контексті урбанізаційних і кліматичних викликів ХХІ століття, біоніка пропонує інструменти для сталого розвитку – адаптивні структури, енергоефективні фасади, природоорієнтоване зонування. Ці підходи ґрунтуються на наслідуванні живих систем і спрямовані на мінімізацію антропогенного впливу.

Архітектура біонічного типу виконує не лише утилітарну, а й символічну функцію – вона передає філософські, культурні та духовні сенси через форму. Приклади творчості А. Гауді, Р. Штайнера, І. Маковеця свідчать про здатність біоніки бути мовою архетипів і сакральних уявлень.

Сучасна біоніка продовжує інтуїтивні традиції народної архітектури, переосмислюючи їх у контексті цифрових технологій, 3D-друку, алгоритмічного дизайну. Водночас вона не замінює природу, а слугує інструментом її збереження, моделюючи архітектурне середовище як частину живої системи.

Майбутнє архітектури – за просторами, які працюють не проти, а в унісон із людиною. Біоніка здатна забезпечити нову етичну парадигму: архітектура як простір співпереживання,

як медіум між природою, культурою та внутрішнім світом людини.

Бібліографічний список

1. Дяченко М. І. Біоніка в архітектурі: методичні основи. Київ: КНУБА, 2003.
2. Іванова Л. А. Принципи біоніки в сучасному українському архітектурному просторі. *Вісник КНУБА*. 2017. № 13. С. 42–48.
3. Семенюк О. С. Біофільні принципи в освітньому просторі: архітектурні моделі нового покоління. *Архітектурна спадщина*. 2020. № 11. С. 28–33.
4. Calatrava S. Santiago Calatrava: Structure and Expression. New York: Rizzoli, 2003.
5. Callebaut V. Hyperions: Eco-Neighbourhood in India. 2015. URL: <https://vincent.callebaut.org> (дата звернення: 15.01.2025)
6. Grimshaw Architects. The Eden Project. 2001. URL: <https://grimshaw.global> (дата звернення: 15.01.2025)
7. Heatherwick Studio. UK Pavilion: Seed Cathedral. 2010. URL: <https://www.heatherwick.com> (дата звернення: 15.01.2025)
8. Heatherwick T. *Making*. London: Thames & Hudson, 2015.
9. Joye Y. An Interdisciplinary Argument for Natural Morphologies in Architectural Design. *Environment and Behavior*. 2009. Vol. 41, No 1. P. 3–27.
10. Joye Y. Architectural Lessons from Environmental Psychology: The Case of Biophilic Architecture. *Review of General Psychology*. 2007. Vol. 11, No 4. P. 305–328.
11. Kellert S., Heerwagen J., Mador M. *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life*. New Jersey: Wiley, 2008.
12. Kuma K. Kengo Kuma: My Life as an Architect in Tokyo. London: Thames & Hudson, 2021.
13. McDonough W., Braungart M. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press, 2002.
14. Pearce M. The Eastgate Centre: A Natural Approach to Ventilation. *Building and Environment*. 2003. Vol. 38, No 1.
15. Salinger N. A. *Principles of Urban Structure*. Amsterdam: Techne Press, 2005.

Стаття надійшла 02.02.2025

УДК 725.962:72.012

ОГОРОДЖЕННЯ ПРИСАДИБНИХ ДІЛЯНОК: ФУНКЦІЇ, МАТЕРІАЛИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ

І. Березовецька, к. арх.

ORCID ID: 0000-0001-9906-1871

*Львівський національний університет природокористування***Н. Дудяк, д. е. н.**

ORCID ID: 0000-0002-2746-1910

Херсонський державний аграрно-економічний університет<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.072>

Березовецька І., Дудяк Н. Огородження присадибних ділянок: функції, матеріали та особливості проєктування

У статті здійснено комплексний аналіз огорожень як важливого елементу архітектурно-планувальної та функціональної організації присадибної ділянки. Огородження розглядаються не лише як засіб фізичного захисту й окреслення меж території, а і як структурний компонент ландшафтного середовища, що формує загальне сприйняття простору, забезпечує приватність та відіграє значну роль у візуальному образі садиби.

Наведено типологію огорож залежно від матеріалу (дерево, метал, бетон, камінь, комбіновані конструкції, сітка, живоплоти), конструктивних особливостей та функціонального призначення. Особливу увагу приділено питанням відповідності огорожень нормативно-правовим вимогам, будівельним регламентам і правилам добросусідства, зокрема щодо висоти, прозорості, санітарних і інсоляційних обмежень.

Проаналізовано сучасні тенденції в облаштуванні присадибних огорож, включаючи використання екологічно чистих матеріалів, вертикальне озеленення, інтеграцію з малими архітектурними формами та елементами благоустрою. Описано конструктивні елементи огорож (фундаменти, стовпи, заповнення прольотів, ворота, хвіртки), їхнє розташування та інженерно-естетичні рішення, що забезпечують довговічність і декоративність споруди.

У результаті дослідження сформульовано практичні рекомендації щодо вибору типу огорожі з урахуванням функціональних потреб, бюджету, архітектурного стилю садиби, кліматичних умов, а також специфіки використання ділянки. Зазначено, що грамотне проєктування огорожі є запорукою створення комфортного, безпечного й естетично привабливого середовища життєдіяльності.

Ключові слова: типи огорож, межа території, захисна функція, присадибна ділянка, приватна забудова, паркани, живопліт, вертикальне озеленення, нормативи, ландшафтна архітектура, дизайн території, благоустрій, матеріали, проєктування, малі архітектурні форми, конструкція огорожі, декоративність, естетика, планувальна структура, візуальне середовище.

Berezovetska I., Dudiak N. Fencing of household plots: functions, materials, and design

The article presents a comprehensive analysis of fencing as a key element in the architectural-planning and functional organization of a household plot. Fences are considered not only as a means of physical protection and territorial boundary delineation, but also as a structural component of the landscape environment, shaping the overall perception of space, ensuring privacy, and playing an important role in the visual identity of the site.

A typology of fences is provided based on materials (wood, metal, concrete, stone, combined structures, mesh, green hedges), structural characteristics, and functional purpose. Particular attention is paid to the compliance of fencing with regulatory and legal requirements, construction standards, and neighborly relations, especially regarding height, transparency, sanitary, and insulation restrictions.

Contemporary trends in the arrangement of household fences are analyzed, including the use of environmentally friendly materials, vertical landscaping, and integration with small architectural forms and other landscaping elements. The article describes the structural components of fences (foundations, posts, panel infill, gates, wickets), their placement, and engineering-aesthetic solutions that ensure durability and decorative appeal.

Based on the study, practical recommendations are formulated for selecting fence types considering functional needs, budget, architectural style of the house, climatic conditions, and specific features of land use. It is emphasized that competent fence design is essential for creating a comfortable, safe, and visually attractive living space.

Keywords: fence types, property boundaries, protective function, household plot, private development, fencing, green hedge, vertical landscaping, regulations, landscape architecture, site design, landscaping, materials, planning, small architectural forms, fence construction, decorative features, aesthetics, planning structure, visual environment.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку приватної забудови та індивідуального житлового будівництва особливої актуальності набуває питання комплексного та грамотного проектування елементів благоустрою присадибної ділянки, зокрема огорожень. Незважаючи на очевидну функціональну роль парканів як засобу захисту й окреслення меж території, їхній вплив на архітектурно-просторову організацію, естетику та екологічну збалансованість середовища часто недооцінюється.

На практиці спостерігається велика варіативність матеріалів, конструкцій і стилістичних рішень огорож, проте далеко не завжди вони відповідають нормам містобудування, правилам добросусідства або базовим принципам ландшафтно-архітектури. Часто виникають проблеми з перевантаженням простору масивними конструкціями, порушенням інсоляційного режиму, недотриманням стилістичної єдності з будинком і зеленими насадженнями. Крім того, у проєктній практиці недостатньо опрацьовано питання інтеграції огорож з іншими елементами благоустрою – такими як вхідні групи, живоплоти, малі архітектурні форми. Усе це зумовлює потребу у системному підході до вибору типу, матеріалу й конструкції огорожі з урахуванням її багатофункціонального призначення, будівельних і ландшафтних нормативів, архітектурного стилю садиби, а також особливостей ділянки. Саме це й визначає актуальність дослідження проблеми організації огорожень у присадибному середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання ландшафтного дизайну, зокрема огороження присадибних ділянок, вивчали такі дослідники: Діденко А. І., Чернюк С. М. [4], Січкарь В. І. [10], Єрохіна Т. В. [5], Герасименко О. В. [2], Швайка Л. А. [11], Кліменко З. М., [14; 15], Малихіна С. П. [9], Корнійчук О. А. [7], Воробей С. М. [1], Корошкова Н. В., Дерев'яно В. С. [8], Якимчук Н. І. [12] та інші.

Постановка завдання. Наше завдання – проаналізувати функціональні, конструктивні, матеріальні та естетичні аспекти огорожень присадибних ділянок, із подальшим формуванням практичних рекомендацій для їхнього оптимального проектування з урахуванням чинних нормативів, потреб користувачів і сучасних дизайнерських тенденцій.

Виклад основного матеріалу. Огородження присадибної ділянки – невід'ємний елемент архітектурно-просторової організації приватної території. Воно виконує не лише охоронну, а й декоративну, соціальну, психологічну та функціональну роль. Правильно спроектована огорожа підвищує цінність і привабливість ділянки, забезпечує приватність, визначає межі володіння та формує перше враження про об'єкт.

Огородження виконує низку важливих функцій:

- захисну – запобігання несанкціонованому доступу, захист від людей і тварин;
- приватну – забезпечує психологічний комфорт проживання, створює умови усамотнення та особистого простору;
- просторово-композиційну – формування меж ділянки та взаємозв'язків між її частинами;
- шумозахисну та вітрозахисну – зниження рівня шуму з вулиці;
- кліматорегульовальну – захист від вітру, пилу, снігових заметів;
- естетичну – відіграє декоративну роль у формуванні загального вигляду ділянки.
- Існує певна класифікація огорож.
- *За ступенем прозорості:*
- глухі – цільні, забезпечують максимальну приватність (бетон, цегла, профнастил);
- напівпрозорі – з чергуванням елементів (дерев'яні решітки, ковані секції);
- прозорі – мінімальне візуальне перекриття (сітка, живопліт, ковані огорожі).

За матеріалом:

- дерев'яні – екологічні, теплі, потребують догляду;
- металеві – довговічні, надійні (ковані, зварні, профнастил);
- кам'яні, цегляні, бетонні, монументальні, шумоізоляційні;
- комбіновані – поєднання кількох матеріалів (рис. 1, 2);
- живі огорожі – рослини, що формують «зелений паркан».

На рис. 1, 2 показано приклади комбінованих огорож.

За стилем:

- класичні – симетрія, правильні форми, поєднання з архітектурою будинку;
- сучасні – мінімалізм, прямі лінії, новітні матеріали;



Рис. 1. Комбінована огорожа – цегла та метал, м. Дубляни, фото 2025 р.



Рис. 2. Комбінована огорожа – цегла та метал, м. Львів, фото 2025 р.

На рис. 3 показано приклад «живої» огорожі у поєднанні із сіткою та металевою хвірткою.



Рис. 3. Приклад «живої» огорожі, м. Львів, фото 2025 р.

- рустикальні – плетені, дерев'яні, з природними текстурами;
- еко-стиль – живоплоти, габіони, перголи з виткими рослинами.

«Живі» огорожі як альтернатива огорожам. При проектуванні живоплоту з колючих рослин слід дотримуватись відступу не менше ніж 1 м від меж ділянки.

«Живі» огорожі – це функціональний і декоративний елемент:

- використовуються такі види: туя, граб, самшит, барбарис, бирючина тощо;
- забезпечують захист від вітру, шуму, пилу;
- потребують регулярного формування і поливу;
- додатково можуть слугувати кормовою базою для птахів і комах.

Нижче подаємо опис основних матеріалів огорож, їхні переваги та недоліки.

Дерев'яні огорожі:

- натуральний вигляд, екологічність, простота монтажу;
- добре поєднуються із зеленими насадженнями;
- недовговічні без обробки, потребують догляду;
- приклади: штахетник, плетені паркани.

Металеві огорожі:

- висока міцність і довговічність, варіативність форм;
- можливість декоративного оздоблення (ковка);
- може проглядатися (решітки) або бути суцільною (профнастил);
- захист від вандалізму;
- може іржавіти, дорожчий монтаж.

Кам'яні, цегляні та бетонні:

- найбільш довговічні та масивні;
- стійкість, шумоізоляція;
- становлять серйозну перешкоду для проникнення;
- висока ціна, потребують професійного монтажу;
- часто комбінуються з деревом або металом.

Сітчасті, решітчасті та комбіновані:

- бюджетний варіант для тимчасових або задніх меж ділянки;
- не створює тіні, добре поєднується з живоплотами;
- використовується для господарських частин;
- не забезпечує приватності.

Живоплоти:

- натуральна огорожа з кущів або дерев;
- високі естетичні та екологічні якості;
- потребує регулярного догляду та часу на формування;
- може бути використана як доповнення до основної огорожі.

Принципи розміщення та проектування. Висота огорожі залежить від функції: до 0,5 м – декоративні межі клумб; 1–1,5 м – декоративні або фронтальні огорожі; 1,8–2,2 м – охоронні огорожі.

Орієнтація має враховувати розу вітрів та інсоляцію. У місцях огляду бажано застосовувати прозорі секції або живі огорожі. Не слід використовувати масивні глухі паркани з північного боку – вони створюють тінь і знижують повітрообмін.

Огорожа складається з таких конструктивних основних елементів:

- фундамент (для кам'яних та бетонних споруд);
- опори/стовпи – несуть основне навантаження;
- заповнення прольотів – штахетник, листи, сітка;

Брама та хвіртка – вхідні вузли, повинні бути зручними та безпечними.

Нормативні вимоги щодо влаштування огорож на присадибних ділянках. Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 [3] та інформаційних роз'яснювальних матеріалів [6], огорожі між сусідніми ділянками не повинні перевищувати 1,5 м, бути глухими або створювати тінь. Не дозволено встановлювати паркани на межі з вулицею без погодження у разі виходу конструкції за межі власності. Важливо дотримуватись санітарних і протипожежних норм, зокрема щодо відстаней від господарських споруд.

Висновки. Огородження – не лише засіб розмежування території, а й важлива частина архітектурного та ландшафтного образу присадибної ділянки. Його вибір залежить від призначення, стилю забудови, кліматичних умов, бюджету та індивідуальних потреб власника. Вдале поєднання практичності, довговічності та естетичної виразності дозволяє створити комфортне середовище, що відповідає сучасним вимогам

безпеки, дизайну й функціональності. Проектування та якісне виконання огорожі – запорука довготривалого захисту і позитивного візуального ефекту для всієї ділянки.

Бібліографічний список

1. Воробей С. М. Особливості добору матеріалів для огорож у ландшафтному дизайні присадибних ділянок. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування*. Полтава: ПНТУ, 2021. № 113. С. 97–102.
2. Герасименко О. В. Проектування елементів благоустрою садибної забудови. Харків: ХНАУ, 2020. 172 с.
3. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ: Мінрегіон України, 2019.
4. Діденко А. І., Чернюк С. М. Ландшафтна архітектура: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 344 с.
5. Єрохіна Т. В. Основи ландшафтного дизайну: навч. посіб. Умань: ВПЦ «Візаві», 2018. 178 с.
6. Земельний фонд України. Установлення огорожі на присадибній ділянці: норми, обмеження, вимоги / Земельний фонд України. URL: <https://www.zemfond.net/post/vstanovlennia-ohorozhi-parkanu-naprysadybnii-diliantsi-normy-obmezhenia-vymohy>
7. Корнійчук О. А. Огородження як композиційний елемент малих архітектурних форм у міському просторі. *Вісник Київського національного університету будівництва і архітектури*. 2019. № 3. С. 48–52.
8. Корошкова Н. В., Дерев'яно В. С. Ландшафтне проектування приватної садиби в м. Запоріжжя. *Наукові записки Уманського національного університету садівництва*. 2021. Вип. 99. С. 112–116.
9. Малихіна С. П. Архітектурне рішення огорожі в умовах щільної житлової забудови. *Проблеми ландшафтно-архітектури*. 2020. № 14. С. 35–40.
10. Січка В. І. Озеленення населених місць. Львів: ЛНАУ, 2015. 210 с.
11. Швайка Л. А. Основи проектування малих архітектурних форм. Київ: КНУБА, 2019. 180 с.
12. Якимчук Н. І. Візуальна оцінка парканів як елементів дизайну у ландшафтному середовищі. *Вісник Львівської національної академії мистецтв*. 2022. Вип. 61. С. 79–84.
13. Klimenko Z. M. Garden fencing: functional and aesthetic design. Kyiv: NAU, 2021. 144 p.
14. Klimenko Z. M. Residential Landscape Design. Kyiv: NAU, 2022. 180 p.

Стаття надійшла 10.02.2025

УДК 72.012.1:725.1]:551.4.06

КОНТЕКСТНА АРХІТЕКТУРА: ВРАХУВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ І ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ УМОВ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Л. Баранович, магістр архітектури, аспірант

ORCID ID: 0000-0002-4521-311X

А. Баранович, магістр архітектури, ст. викладач

ORCID ID: 0000-0001-5783-7897

Н. Савчак, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-3908-7137

В. Михайлечко, ст. викладач

ORCID ID: 0000-0002-5703-9825

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.076>

Баранович Л., Баранович А., Савчак Н., Михайлечко В. Контекстна архітектура: врахування кліматичних і геоморфологічних умов при проєктуванні громадських будівель

Наголошено, що під час проєктування будь-якої споруди чи будівлі важливе врахування природних умов місцевості – клімату, рельєфу, геологічних даних.

Розглянуто значення природних та кліматичних умов у процесі проєктування громадських будівель. Наголошено, що ефективне архітектурно-планувальне рішення повинно враховувати географічні, кліматичні, геологічні, гідрологічні та топографічні особливості ділянки. Основними факторами, що формують архітектурну відповідь на умови довкілля, є сонячна інсоляція, температура, вітер, атмосферні опади та мікроклімат місцевості.

Особливу увагу приділено орієнтації будівель відносно сторін світу, впливу сонця протягом року, освітленості приміщень та організації простору з урахуванням тіней. Розглянуто типи природного та комбінованого освітлення як основи формоутворення. Вивчено роль температурного режиму та вітру при виборі архітектурних форм, систем вентиляції, теплоізоляції та рішень щодо захисту від вітрових навантажень.

Досліджено адаптацію будівель до різних кліматичних зон – від холодних до спекотних вологих регіонів. Розглянуто архітектурні рішення, які дозволяють формувати комфортні мікрокліматичні умови як усередині будівлі, так і на прилеглий території, зокрема через планувальні форми, озеленення та застосування водних елементів.

Значну увагу приділено топографії та рельєфу: способам інтеграції будівлі в складний ландшафт, взаємодії архітектурної форми з природним середовищем, а також планувальним стратегіям для ділянок зі схилами. Визначено вплив кліматичних та природних умов на формування загальної структури, функціонального зонування та естетичного вигляду будівлі.

Обґрунтовано необхідність комплексного аналізу природного контексту при проєктуванні, що дозволяє створювати функціональні, енергоефективні та гармонійно інтегровані в середовище архітектурні об'єкти.

Ключові слова: кліматичні умови, інсоляція будівель, природне освітлення, мікроклімат ділянки, орієнтація будівлі, архітектурно-планувальні рішення, рельєф місцевості, вітровий режим, типи забудови на схилах, інтеграція в ландшафт

Baranovych L., Baranovych A., Savchak N., Mykhailechko V. Contextual architecture: considering climatic and geomorphological conditions in the design of public buildings

When designing any structure or building, it is essential to consider the natural conditions of the site – climate, topography, and geological data.

This article explores the significance of natural and climatic factors in the design process of public buildings. The authors emphasize that effective architectural and planning solutions must account for the geographical, climatic, geological, hydrological, and topographical characteristics of the location. Key environmental factors influencing architectural response include solar insolation, temperature, wind, precipitation, and the site's microclimate.

Special attention is given to the orientation of buildings relative to cardinal directions, the influence of solar movement throughout the year, natural lighting of interior spaces, and spatial organization considering shadows. The article discusses types of natural and combined lighting as a basis for architectural form-shaping. It examines the role of temperature regimes and wind in the selection of architectural forms, ventilation systems, thermal insulation, and solutions for wind protection.

A separate section is devoted to adapting buildings to various climate zones – from cold to hot and humid regions. Architectural strategies that contribute to creating comfortable microclimatic conditions both inside the building and in adjacent areas are analyzed, including the use of planning forms, landscaping, and water elements.

Significant focus is placed on topography and terrain: methods for integrating buildings into complex landscapes, the interaction between architectural form and natural surroundings, and planning strategies for sloped sites. The article defines how climatic and natural conditions influence the overall structure, functional zoning, and aesthetic appearance of buildings.

Thus, the work substantiates the necessity of a comprehensive analysis of the natural context during the design process, enabling the creation of functional, energy-efficient, and environmentally harmonious architectural objects.

Keywords: climatic conditions, building insolation, natural lighting, site microclimate, building orientation, architectural planning solutions, site relief, wind regime, types of hillside development, landscape integration.

Постановка проблеми. У сучасному архітектурному проектуванні особливого значення набуває врахування природного контексту – кліматичних, геоморфологічних, гідрологічних та топографічних умов ділянки. Ігнорування цих факторів призводить до нераціонального використання енергії, зниження комфортності середовища та екологічної несумісності об'єктів з навколишнім ландшафтом. Питання інтеграції архітектурної форми у природне середовище, ефективного використання сонячної радіації, вітрових потоків, рельєфу та локального мікроклімату актуальні для створення сталих та функціонально доцільних громадських споруд.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасній архітектурній науці спостерігається зростаючий інтерес до контекстуального проектування, яке враховує природні, кліматичні та геоморфологічні умови ділянки. Дослідження таких авторів, як Крістофер Александер, Ян Гел, Рем Колгас і Пітер Цумтор, підкреслюють важливість формування архітектурного середовища, що відповідає людському масштабові, реагує на місцеві кліматичні умови та забезпечує комфорт користувачів. Вітчизняні дослідники, зокрема В. Малашенкова [7], О. Жукова, Н. Негода [4], М. Яців [10], В. Семенов [6] та інші у своїх працях акцентують на важливості інсоляційного аналізу, розрахунку вітрових навантажень, топографічної інтеграції об'єкта та створення сприятливого мікроклімату на ділянці.

Містобудівники, зокрема Т. Андо (Японія) та К. Фрамpton (США), у своїх теоретичних і практичних підходах відстоюють ідею критичного регіоналізму, що передбачає врахування локального контексту – як природного, так і культурного – у процесі проектування. У творчості Н. Фостера та Р. Піано простежується успішна реалізація принципів екологічно адаптивної архітектури: їхні громадські споруди гармонійно реагують на умови конкретного середовища завдяки раціональній орієнтації, оптимальній інсоляції, природній вентиляції та тісній взаємодії з ландшафтом.

Попри наявність вагомих теоретичних і практичних розробок, питання комплексного

врахування природно-кліматичних чинників при проектуванні громадських будівель у локальних українських умовах, зокрема з урахуванням особливостей малих та середніх міст, потребує подальших міждисциплінарних досліджень і впровадження в архітектурну практику.

Постановка завдання. Сучасні тенденції в архітектурному проектуванні все частіше акцентують на важливості формування сталого середовища, яке гармонійно поєднує функціональність, енергоефективність та контекстуальність. Урахування кліматичних, геоморфологічних і гідрологічних особливостей території набуває вирішального значення під час створення громадських будівель, особливо в умовах зростаючих екологічних викликів. У цьому контексті важливо визначити, як природні чинники – інсоляція, вітровий режим, температура, опади, рельєф – можуть і повинні впливати на архітектурно-планувальні рішення. Наше завдання – систематизація підходів до інтеграції природних умов у процес проектування громадських будівель, аналіз впливу локального контексту на функціонально-просторову організацію об'єктів та формулювання рекомендацій для формування комфортного і адаптивного архітектурного середовища.

Виклад основного матеріалу. Найбільший вплив на формування кліматичних умов місцевості мають сонячна радіація, температура повітря, вітер та атмосферні опади. Їхнє узагальнене визначення дає змогу здійснити комплексну оцінку кліматичних чинників території.

Вплив сонячної радіації (енергії) залежить від положення сонця в різні періоди року, від дня, погоди, ухилу місцевості, навколишнього простору та орієнтації будівлі відносно сторін світу [2; 5; 6; 8; 10; 13; 14]. Ці фактори впливають не лише на орієнтацію будівлі відносно сторін горизонту, а й на розміщення у плані приміщень будівлі, також так визначається їх інсоляція. Для міста Львова, розміщеного за координатами 49°50'33" пн. ш. і 24°01'56" сх. д., полярна діаграма руху сонця матиме вигляд (рис. 1) [15].

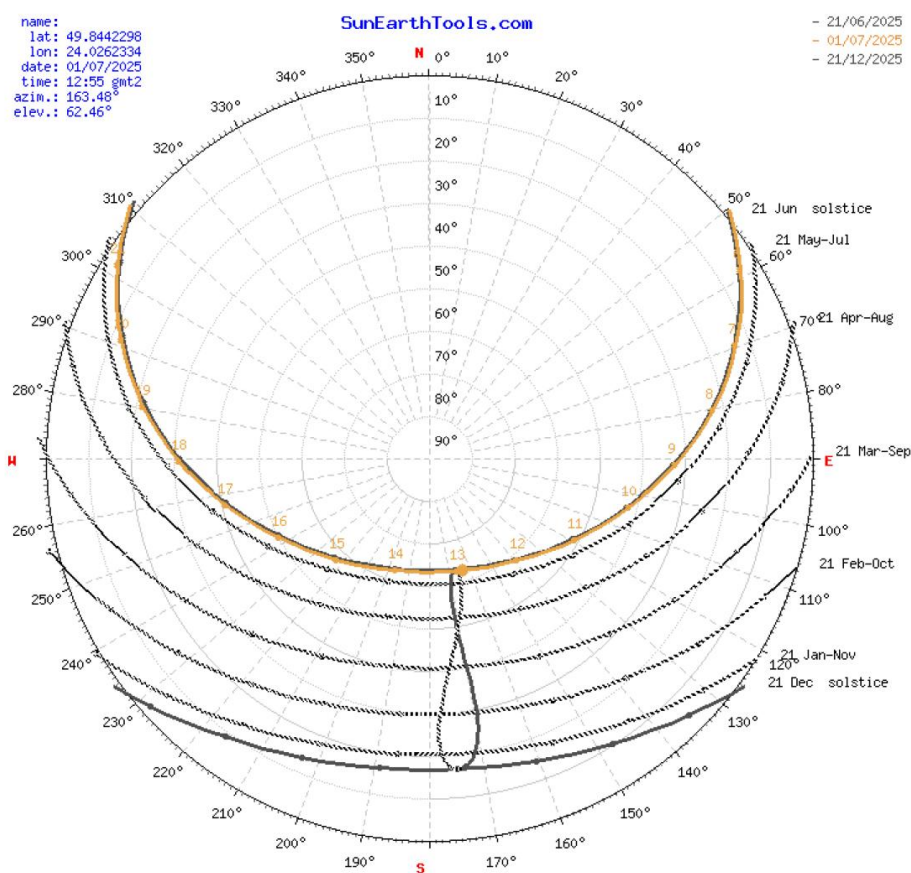


Рис. 1. Діаграма руху сонця протягом року для м. Львова

Важливим фактором рівня комфорту перебування людей є хороша освітлюваність будівлі природним світлом протягом світлового дня, тому важливо враховувати падаючі тіні від будинків, що оточують проєктовану будівлю, також можливу падаючу тень і від неї самої, щоб не порушувати гігієнічно-комфортні умови довколишніх будівель. Сонячні тіні від будинків залежать від дуги шляху сонця і його висоти. Найбільш стійкими є зимові тіні, тому вони вважаються критерієм інсоляції. Форма і протяжність стіни залежить від пропорцій будинків, так висотні будинки матимуть тіні трикутної форми з вершиною 90° , а довгі та низькі, освітлені сонцем під кутом 15° – у вигляді трапеції (рис. 2). Найменші тіні будуть у будинків з орієнтацією північний схід, південний захід, а найбільшими – при східно-західній орієнтації [4–6; 8–10; 13; 14].

Природне і штучне освітлення – важливий фактор, інколи воно визначає композицію будівлі. За умовами освітлення приміщень громадські будівлі можна поділити на три групи (рис. 3):

а) будівлі з розвинутим світловим фронтом, у яких усі приміщення повинні мати природні освітлення;

б) будівлі, в яких у денний час допускається комбіноване освітлення – частина приміщень освітлюється природним світлом, а частина – штучним;

в) будівлі із штучним освітленням.

Температура, як ще один важливий чинник, впливає на визначення типової планувальної структури будівлі, можливих її теплових втрат, провітрювання приміщень, використання тих чи інших огорожувальних конструкцій. Вона характеризується середньомісячною температурою, максимальними та мінімальними коливаннями, та залежить від широти місцевості, висоти розміщення ділянки, вологості, орієнтації схилів [4–6; 8; 9; 13; 14].

Місце розташування будівлі є не менш важливим, а різні кліматичні регіони потребують різних підходів:

– Холодні регіони: у проєктованих будівлях необхідно мінімізувати площі поверхні будівлі, щоб зменшити вплив низьких температур, максимізувати поглинання сонячного випромінювання, зменшити втрати тепла через випромінювання, теплопровідність та випаровування, забезпечити захист від вітру.

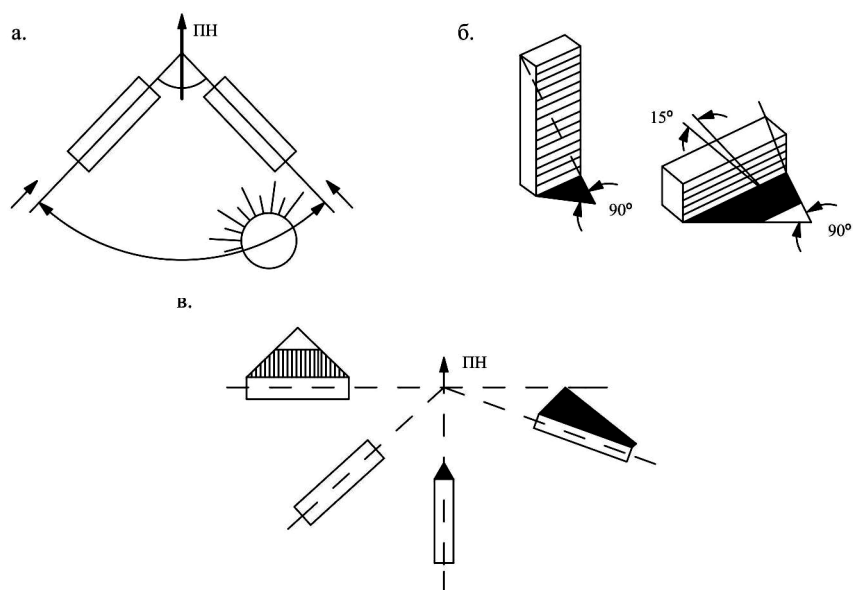


Рис. 2. Інсоляція будинків за різних способів їх орієнтації:
 а – оптимальна орієнтація прямокутних будинків для дуги сонця в 90° ;
 б – площі зимових тіней залежно від пропорцій будинків;
 в – оптимальна орієнтація будинків – північний схід – південний захід

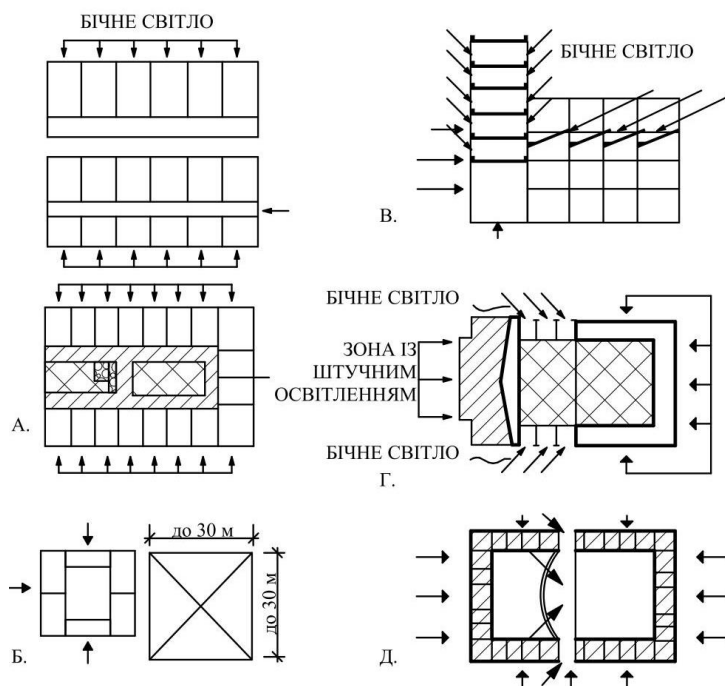


Рис. 3. Вплив природного освітлення на побудову архітектурної форми:
 А – лінійні форми із розвинутим світловим фронтом; Б – усі приміщення повинні бути освітлені природним світлом; В – форма з одностороннім верхнім і боковим світлом; Г – форма, ядро якої не потребує природного світла; Д – форма з комбінованим освітленням (ринки, спортзали тощо)

– Помірні регіони: будівлю необхідно подовжити по осі схід-захід, це дозволяє максимізувати південні фасади, мінімізувати експозицію

зі сходу та заходу, які зазвичай тепліші влітку та холодніші взимку порівняно з південними фасадами, балансувати сонячні теплові надходження з

тіньовим захистом відповідно до сезону, планування повинно сприяти руху повітря в спеку та забезпечувати захист від вітру в холодну погоду.

– Спекотні та посушливі регіони: форма будівлі має створювати внутрішні дворики; слід зменшити сонячні та теплопровідні теплові надходження; включення у простори громадської будівлі водних елементів та озеленення має сприяти охолодженню через випаровування; слід забезпечити затінення вікон та відкритих просторів архітектурними елементами.

– Спекотні та вологі регіони: форма будівлі, подовжена вздовж осі схід-захід, мінімізує східну та західну експозицію; планувальними засобами та зеленими насадженнями зменшити сонячні теплові надходження до місць постійного перебування людей; використовуючи різні планувальні засоби, використовуючи вітер для сприяння охолодженню через випаровування; забезпе-

чити затінення вікон та відкритих просторів [4; 7; 6; 12–14].

Мікроклімат ділянки може штучно створюватися при вдалому проектуванні і залежить від теплового випромінювання, яке створюється характером забудови, наявністю зелених насаджень, води, типами поверхонь та кольором мощення [6; 8; 9].

Зони благополучного мікроклімату можна утворити завдяки формі будівлі й використанню систем озеленення. Розрізняють такі форми плану будівель (рис. 4):

- відкриті, які не сприяють утворенню благополучних мікрокліматичних умов, але добре вентилуються пануючими вітрами;
- напівзамкнуті, які значною мірою сприяють утворенню місцевих мікрокліматичних умов;
- замкнуті з внутрішніми дворами, які найбільшою мірою сприяють створенню місцевих мікрокліматичних умов (захист від вітру, тіньові зони, особливий температурний режим).

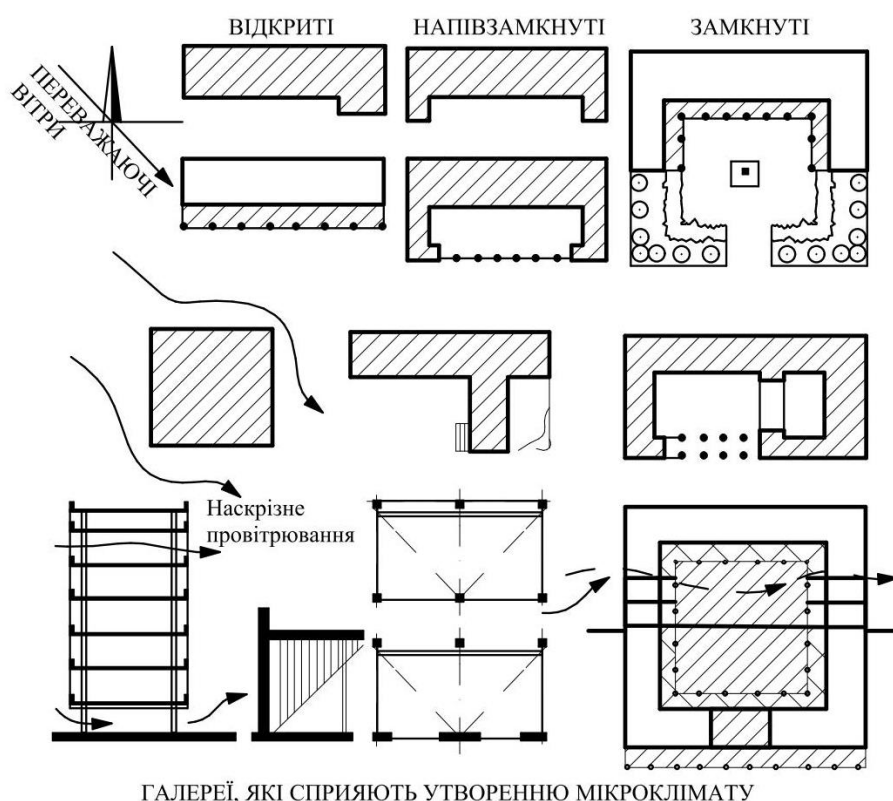


Рис. 4. Класифікація архітектурних форм, зважаючи на мікроклімат

Вітер вважається також важливим чинником, який безпосередньо впливає на формування архітектурного простору. Геометрія та орієнтація будівлі мають більший вплив на схеми руху повітря, ніж швидкість вітру просторів [4–6; 9; 12–14]. Важливими показниками є напрям та

швидкість вітру. Для міста Львова ці дані визначаються ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 і подані у вигляді рози вітрів на рис. 5 [3].

Показники вітрового режиму є важливими для проектування окремих вітрозахисних споруд. Також ці показники враховують для вибору орієн-

тації будинку та схеми його провітрюваності, оскільки навітряний бік будинку від напору вітру зазнає високого тиску, а протилежна стіна – низького (рис. 6). Варто враховувати, що високі, стрункі будівлі, конструкції з незвичайною або складною формою, а також легкі й гнучкі конструкції, схильні до флатеру (швидких коливань гнучких тросових або мембранних конструкцій, які спричинені аеродинамічним впливом вітру), вимагають аеродинамічного моделювання в аеродинамічній трубі або комп'ютерного моделювання для оцінки їхньої реакції на розподіл вітрового тиску [4–6; 9; 12–14].

Атмосферні опади, що характерні такими показниками як річна кількість, добовий макси-

мум, інтенсивність дощів, товщина снігового покриття, є важливими при проектуванні громадських будівель, оскільки їхні показники впливають на загальний вигляд будівлі – використовуються стічні дахи чи плоска покрівля. Так, дахи із середнім нахилом легко відводять дощову воду, але можуть затримувати сніг. Карнизи (виноси покрівлі) захищають зовнішні стіни будівлі від впливу сонця та дощу. Дахи з крутим нахилом швидко відводять дощову воду. Якщо кут нахилу перевищує 60° , такий дах також може самостійно скидати сніг. Водостічні ринви та труби відводять воду [5; 9; 12–14], можуть також привносити певну декоративність будівлі.

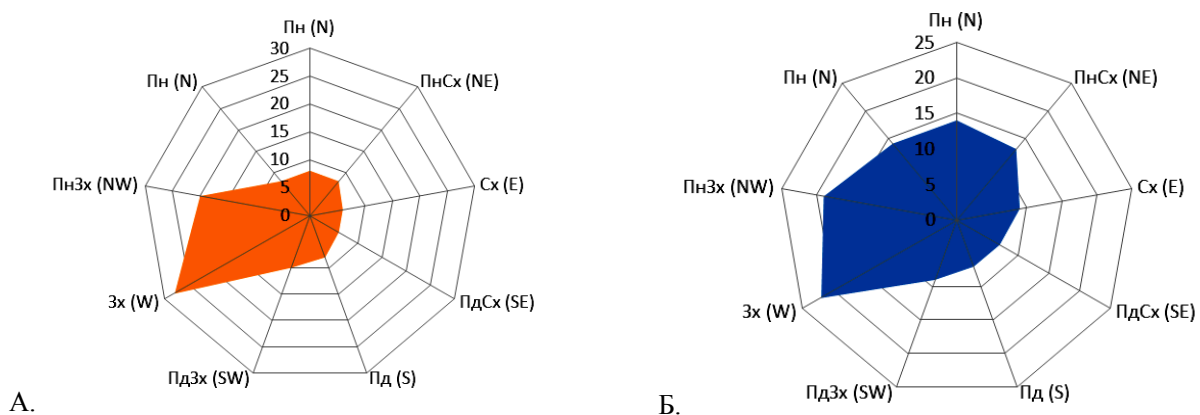


Рис. 5. Роза вітрів для м. Львова:
А – для літнього періоду; Б – для зимового періоду

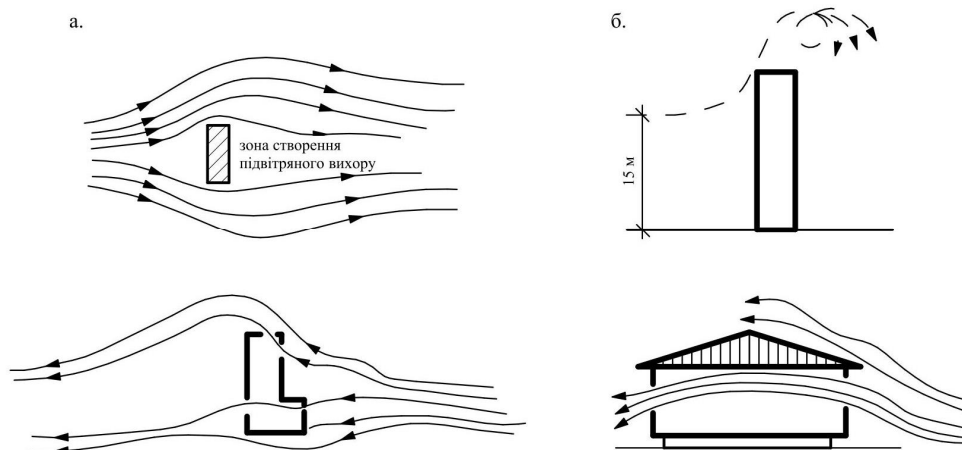


Рис. 6. Розподіл напрямків вітру довкола будинку:
а – у плані та за висотою; б – з утворення вентиляційних отворів

Геоморфологічні умови, що охоплюють дані про рельєф, геологічну будову (структуру ґрунтових шарів), гідрогеологічні характеристики (глибину залягання підземних вод, їхні типи та потужність горизонтів), гідрологічні умови (наявність річок, озер, водойм, боліт та інших водних джерел),

а також інші природні чинники, зокрема рослинність і властивості ґрунтів – забезпечують необхідну інформацію для вибору відповідних архітектурно-планувальних рішень під час проектування та зведення громадських будівель. Уміле використання природного ландшафту при вирі-

шенні архітектурно-просторової організації будівлі може композиційно збагатити її [1–3; 5; 6; 8; 9].

У сучасних умовах надзвичайно важливе вміння раціонально використовувати природний ландшафт під час забудови, адже саме він є ключовим чинником збагачення довкілля оригінальними архітектурними рішеннями у взаємодії з рельєфом місцевості. Важливо враховувати основні засоби композиційного розкриття території забудови та розташованих на ній будівель, зокрема орієнтацію на природу — у напрямку найвиразніших елементів ландшафту, таких як водойми, пагорби, зелені масиви тощо. Необхідно забезпечити органічний зв'язок забудови з навколишнім середовищем шляхом продуманої орієнтації будинків і створення візуальних відкриттів на природне оточення.

Рельєф місцевості і водні простори неабияк впливають на об'ємно-планувальну структуру будівель, передусім тих, що розташовані на ділянках зі складним рельєфом або вздовж берегів водних об'єктів.

Необхідно розрізняти основні варіанти розміщення будівель на складному рельєфі (рис. 7): вздовж горизонталей, коли рельєф виявляється лише на взаємозв'язках між будівлями; поперек горизонталей, коли вся будівля або її основа отримує поступчасту форму (рис. 8, 9).

Дослідження ширшого ландшафту, що виходить за межі окремої ділянки, може дати різноманітні проєктні стратегії – від створення яскраво вираженої домінанти до прагнення спростити візуальне сприйняття будівлі та адаптувати її до оточення.

Топографія ділянки визначає, як проєкт інтегрується в ландшафт. Незалежно від того, чи ділянка є абсолютно рівною, похилою, терасованою, уступчастою або горбистою – рельєф завжди впливає на будівлю та подальші взаємозв'язки між внутрішнім і зовнішнім простором. Тип місцевості також може впливати на планування поверхів у самій будівлі. Наприклад, перепади висоти в ландшафті можна продовжити в інтер'єрі будівлі, а вхідні зони розташувати так, щоб скористатися маршрутами доступу з громадського вуличного простору (рис. 8, 9).

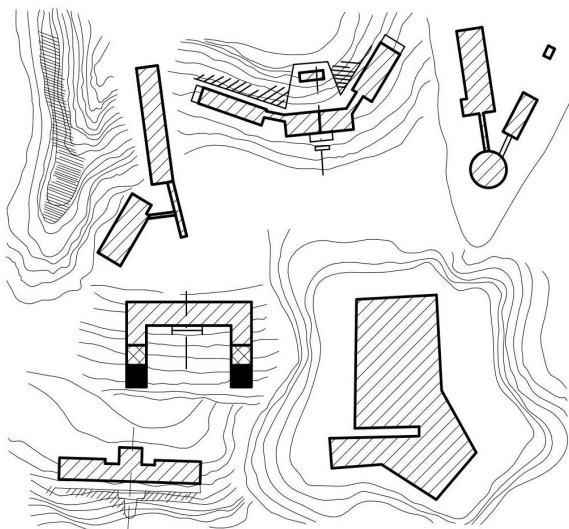


Рис. 7. Вплив рельєфу на форму плану будівлі

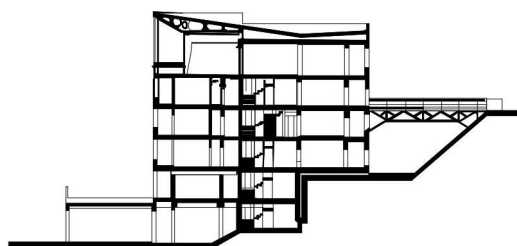


Рис. 8. Вплив рельєфу на профіль будівлі

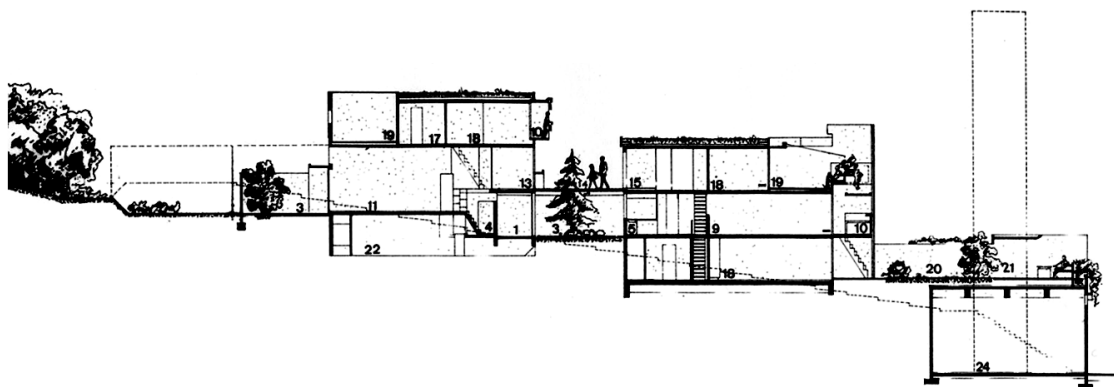


Рис. 9. Перепади висот у будівлях

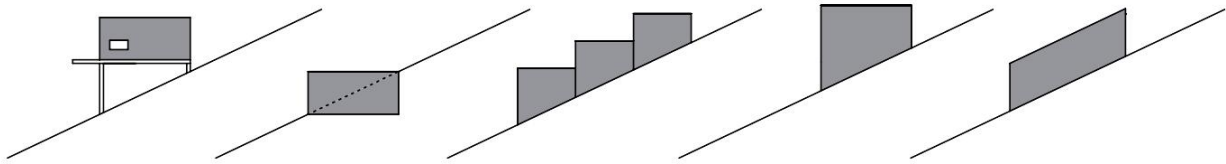


Рис. 10. Типи будівель на схилах



Рис. 11. Видяг ландшафту як основа для дизайну

Якщо на ділянці є перепади висот, еквівалентні понад одному поверху, необхідно розглянути, як внутрішня структура будівлі має реагувати на топографічну ситуацію, а також яке співвідношення варто встановити між внутрішнім простором і навколишньою територією.

Будівлі, розташовані на похилих ділянках, можуть бути: заглиблені у схил, винесені над ним, організовані уступаами або зведені із частковою модифікацією рельєфу. Кожен із цих підходів формує специфічні взаємозв'язки між внутрішнім простором і навколишнім середовищем (рис. 10). Водночас варто враховувати інженерно-будівельні обмеження:

- схили понад 25 % схильні до ерозійних процесів і значно ускладнюють забудову;
- схили понад 10 % є складними для використання під відкриті простори та потребують значних витрат під час будівництва;
- схили від 5 % до 10 % придатні для організації неформальних відкритих просторів і можуть бути забудовані з помірними труднощами;
- схили до 5 % є оптимальними для більшості видів відкритої діяльності та вважаються відносно зручними для забудови [1–3; 9; 12].

Особливості топографії, особливо на складних ділянках, часто надихають на створення цікавих проєктних ідей.

Якщо з ділянки відкриваються широкі панорами на навколишній ландшафт, необхідно визначити кут, під яким згодом буде видно будівлю, а також можливі візуальні або функціональні зв'язки з довкіллям, які можуть бути цікавими (рис. 11) [1; 11].

Для кожного типу громадських будівель характерні свої визначальні прийоми планування:

- невеликі прості за структурою і складом приміщень одно- двоповерхові громадські будівлі повинні мати компактне, за можливості безкоридорне планування приміщень. Організаційним ядром плану таких одноповерхових будівель зазвичай є вестибюль, а двоповерхових – вестибюль із сходовою кліткою і будь-яке головне приміщення;
- планування будівель середніх розмірів із більш розвинутим складом приміщень, які є різними за розмірами, формою і призначенням, значно багатогранне. Такі будівлі можуть мати велику поверховість, структура їхніх планів має низку груп – головне ядро композиції (зал, фое

тощо), вестибюльну групу, сходи і коридори, санітарні вузли, різні підсобні і допоміжні приміщення.

Висновки. Успішне архітектурне проектування громадських будівель неможливе без урахування комплексу природно-кліматичних та геоморфологічних чинників конкретної місцевості. Сонячна інсоляція, вітровий режим, температурні характеристики, атмосферні опади, рельєф і мікроклімат ділянки безпосередньо впливають на вибір архітектурно-планувальних рішень, розташування будівлі, її орієнтацію, форму, систему освітлення, вентиляції та захисту від зовнішніх впливів.

Розумне використання природного ландшафту, врахування напрямків вітру, ухилу території, а також створення сприятливого мікроклімату на ділянці, дає змогу досягти вищого рівня комфорту для користувачів, зменшити енергоспоживання та забезпечити гармонійну інтеграцію об'єкта в навколишнє середовище. Водночас особливу увагу необхідно приділяти адаптації архітектурних форм до кліматичних зон, забезпеченню природного освітлення, зонування простору відповідно до інсоляційних умов та взаємодії з рельєфом.

Отже, комплексний підхід до аналізу природного контексту – не лише основа для створення функціональної та естетичної архітектури, а й необхідна умова для формування сталої забудови, що відповідає вимогам сучасного урбанізованого простору.

Бібліографічний список

1. Богуш Н., Гусар К. Вплив рельєфу на планувальну структуру забудови. *Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки: матеріали III Міжнар. наук.-практ. симпозиуму* (Івано-Франківськ, 17 травня 2019 р.). Івано-Франківськ: Ун-т Короля Данила, 2019. С. 284–287. URL: <https://library.ukd.edu.ua/wp-content/uploads/2016/04/збірник-2019-3.pdf> (дата звернення: 12.02.2025).
2. ДБН В.1.1-45:2017 Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. Київ: Мінрегіон України, 2017. 35 с. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074312090408715837?doc_type=2 (дата звернення: 12.02.2025).
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 127 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929 (дата звернення: 12.02.2025).
4. Жукова О. Г., Негода Н. В. Вплив клімату урбанізованої території та основні параметри забудови. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. 2023. Вип. 65. С. 119–128. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.65.119-128>.
5. Красножон Т. Ю. Основні фактори, що впливають на архітектурно-планувальну організацію медично-реабілітаційних центрів політравми. *Архітектурний вісник КНУБА*. 2022. № 24–25. С. 114–123. DOI: <https://doi.org/10.32347/2519-8661.2022.24-25.114-123>.
6. Проектування міських територій: підручник: у 2 ч. / за ред. В. Т. Семенова, І. Є. Линник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. Ч. 1. 449 с. (Серія «Міське будівництво та господарство»). URL: <https://eprints.kname.edu.ua/51991/1/2017%201П%20ч.1%20підручник.pdf> (дата звернення: 12.02.2025).
7. Романова М. І., Малащенко В. О. Особливості проектування житлових будівель в умовах екстремального клімату. *Студентські наукові праці*. Одеса, 2022. № 22. С. 205–209. URL: <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/9787> (дата звернення: 13.02.2025).
8. Русанова І. В., Шульга Г. М. Інженерний благоустрій територій: підручник. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2020. 260 с.
9. Цигичко С. П. Екологія в архітектурі і містобудуванні: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2012. 146 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/27128/1/2011.%20печ.%20Архітектурна%20екологія-Видавництво%20В.р.pdf> (дата звернення: 13.02.2025).
10. Яців М. Б. Сучасні проблеми інсоляції житлової забудови міста. *Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки: матеріали III Міжнар. наук.-практ. симпозиуму* (Івано-Франківськ, 17 травня 2019 р.). Івано-Франківськ: Ун-т Короля Данила, 2019. С. 276–280. URL: <https://library.ukd.edu.ua/wp-content/uploads/2016/04/збірник-2019-3.pdf> (дата звернення: 13.02.2025).
11. Bielefeld B., El Khouli S. Basics Design: Design Ideas. Basel: Birkhäuser, 2011. 80 с. URL: <https://www.scribd.com/document/548277137/Basics-Book-95-Bert-Bielefeld-Basics-Design-Ideas-Birkhauser-Architecture-2007> (дата звернення: 11.02.2025).
12. Ching F.D.K. Building Construction Illustrated. 6th ed. Hoboken NJ: Wiley, 2020. 480 с. URL: <https://www.wiley.com/en-us/Building+Construction+Illustrated%2C+6th+Edition-p-9781119583080> (дата звернення: 11.02.2025).
13. Neufert E., Neufert P. Architects' Data. 3rd ed. Oxford: Blackwell Science, 2000. 576 с. URL: <https://www.scribd.com/doc/60569015/Architect-s-Data-Third-Edition> (дата звернення: 11.02.2025).
14. Neufert E., Neufert P. Architects' Data. 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2012. 592 с. URL: <https://www.scribd.com/document/597277121/Architect-s-Data-Fourth-Edition> (дата звернення: 12.02.2025).
15. SunEarthTools.com. Tools for consumers and designers of solar. URL: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php#txtSun_8 (дата звернення: 12.02.2025).

Стаття надійшла 16.02.2025

УДК 7.036(477.86/87)

МИСТЕЦТВО БОЙКІВЩИНИ: РЕВІТАЛІЗАЦІЯ У СУЧАСНОМУ КОНТЕКСТІ

С. Пісьо, старший викладач

ORCID ID: 0009-0001-7070-4199

Львівський національний університет природокористування

Н. Дудяк, д. е. н., професор

ORCID ID: 0000-0002-2746-1910

Херсонський державний аграрно-економічний університет

В. Марусяк, здобувач освітнього ступеня «Бакалавр»

ORCID ID: 0009-0000-7816-5903

Львівський національний університет природокористування

Мистецтво – вираження найглибших думок найпростішим способом
Альберт Ейнштейн

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.085>

Пісьо С., Дудяк Н., Марусяк В. Мистецтво Бойківщини: ревіталізація у сучасному контексті

Ревіталізація мистецтва Бойківщини – це не лише збереження автентичності, а й їх інтеграція у нові культурні та соціальні реалії. Досліджено процес ревіталізації мистецтва Бойківщини як складової збереження та актуалізації матеріальної культурної спадщини в умовах сучасних архітектурних і художніх трансформацій. Ревіталізація розглядається не як системний культурний механізм, що дозволяє не лише зберегти традиційні форми та символіку народної творчості, а й надати їм нового змісту та функціонального значення в межах сучасного соціального контексту. Наголошено на важливості формування сталого зв'язку між історично сформованою культурною традицією та новими практиками просторово, предметно-художнього рішення.

Проаналізовано специфіку бойківського мистецтва, його глибинну образно-семантичну структуру, а також окреслено механізми збереження і трансформації локальної ідентичності через національні мотиви і використання рішень у новітніх мистецьких та архітектурних підходах. Урахування цих аспектів не лише збільшує естетичну цінність простору, а й сприяє розвитку громади та формує відчуття її приналежності. Окрім цього, мистецтво може ґрунтуватися на глибокому аналізі історичної та культурної спадщини певного місця.

Особливу увагу приділено ролі локальної спільноти, незалежної мистецької ініціативи та культурної інституції, які забезпечують життєздатність і переосмислення культурного спадку. Визначено, що саме через мистецтво, як візуально-комунікативну та символічну мову, формується культурна тяглість і переосмислення національної ідентичності в умовах глобалізаційних процесів. Доведено, що ревіталізація мистецтва Бойківщини відкриває нові перспективи для формування певного стилю в архітектурі та дизайні середовища, орієнтованого на гармонійне поєднання традицій і інновацій насамперед сільських населених міст.

Ключові слова: ревіталізація, мистецтво, Бойківщина, традиція, архітектура, культурна спадщина, ідентичність, інновація, самобутність, традиції, церква, проєкт.

Pisio S., Dudiak N., Marusiak V. Art of Boikivshchyna: revitalization in a modern context

The revitalization of Boikivshchyna art is not only about preserving its authenticity but also about integrating it into new cultural and social realities. This article explores the revitalization process of Boikivshchyna art as part of preserving and enhancing material cultural heritage amid modern architectural and artistic transformations. Revitalization is viewed as a cultural mechanism that not only preserves traditional forms and symbols of folk art but also infuses them with new content and functional meaning within a contemporary social context. The authors highlight the importance of establishing a stable connection between historically developed cultural traditions and new practices in spatial and artistic solutions.

The specifics of Boikivshchyna art, along with its rich figurative and semantic structure, are analyzed. The authors outline how local identity can be preserved and transformed through national motifs and by employing contemporary artistic and architectural approaches. By considering these aspects, not only is the aesthetic value of the space enhanced, but the development of the community is also supported, fostering a sense of belonging among its members. Moreover, art can emerge from a thorough analysis of the historical and cultural heritage of a specific location.

The article places particular emphasis on the role of local communities, independent artistic initiatives, and cultural institutions that help sustain and rethink cultural heritage. It is determined that through art - as a visual, communicative,

and symbolic language - cultural continuity and a reevaluation of national identity are established in the context of globalization. The conclusion drawn is that revitalizing the art of Boikivshchyna paves the way for developing a distinct architectural and environmental design style that harmoniously blends tradition and innovation, especially in rural settlements.

Keywords: revitalization, art, Boikivshchyna, tradition, architecture, cultural heritage, identity, innovation, originality, traditions, church, project.

Постановка проблеми. Мистецтво охоплює різноманітний спектр людської діяльності та її результати, що передбачає творчий або уявний талант, який виражає технічну майстерність, красу, емоційну силу або концептуальні ідеї. Мистецтво – це творчість, що відображає дійсність у конкретно-чуттєвих образах, відповідно до певних естетичних ідеалів. Проте «Існує талант, так би мовити, матеріальний, і існує геній душі. Є те, що тішить, і те, що чіпає... Є те, що дивує, і те, що захоплює...» (Жорж Санд).

Простежимо вплив глобалізації та уніфікації культурного простору, збереження локальної ідентичності, особливо в регіонах із багатою етнокультурною спадщиною Бойківщини, у сучасних умовах. Традиційне мистецтво цього регіону, включно із сакральною архітектурою, декоративно-ужитковою символікою, поступово втрачає автентичність або виходить за межі культурного обігу.

Проблема полягає у недостатній інтеграції бойківської мистецької спадщини в сучасне архітектурне та художнє середовище і відсутності ефективних механізмів її ревіталізації. Наявні підходи здебільшого зводяться до консервації чи поверхневого відтворення форм і методів без глибокого осмислення культурного змісту. Це актуалізує потребу в розробці нових стратегій, які б поєднували традиції з інноваціями і підтримували живу присутність мистецтва Бойківщини в сучасному соціокультурному просторі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ревіталізація (лат. *re* – знову та *vita* – життя) – багатогранний процес, який охоплює комплекс заходів, спрямованих на відновлення, модернізацію та підвищення функціональної значущості різноманітних будівель, споруд, архітектурних комплексів, а також історичних центрів сільських поселень, що перегукується з науковими пошуками кафедри. Завдяки ревіталізації старі та зруйновані об'єкти можуть знову стати важливими елементами сільського простору, приносячи користь та зберігаючи свою історичну цінність. У дослідженнях А. Степанюка та Р. Кюнцлі особливу увагу приділено ролі сільських територіальних громад у цих процесах [9, с. 135–141]. Основною метою ревіталізації є відновлення втрачених або змінених функцій

будівель, особливо тих, які мають високу історико-культурну цінність. Ідеться про громадські та житлові будівлі, що підлягають збереженню, а також про надання нових функцій об'єктам, чия первісна роль стала неактуальною або частково чи повністю втрачена [2, с. 250–251].

Ревіталізація мистецтва Бойківщини передбачає не лише збереження автентичних форм та образів, а й їхнє переосмислення та пристосування до сучасних реалій, що дозволяє поєднати історичну спадщину з актуальними потребами суспільства. Ревіталізація – важливий інструмент у збереженні історичної спадщини та розвитку середовища Бойківщини, що дозволяє вдало поєднати минуле з сучасним, зберігаючи ідентичність об'єктів, одночасно адаптуючи їх до вимог часу [1, с. 125–128]. Це процес, який не лише відновлює старі будівлі, а й надає їм нове життя в контексті сучасних соціокультурних умов. Мистецькі ревіталізації предметно-просторового середовища Бойківщини – це різноманітні стратегії та методи, спрямовані на відновлення та покращення функціональності, вигляду та естетики конкретного простору чи об'єкта через інтеграцію мистецтва. Рефлексії над багатовіковою українською художньо-архітектурною традицією та її впливом на сільський простір стали для Р. Кюнцлі джерелом натхнення і предметом глибокого наукового осмислення. [3]. Вони залучають різноманітних майстрів – зодчих, художників та інших спеціалістів, які активно співпрацюють у процесі відновлення об'єкту.

Постановка завдання. Наше завдання – визначити роль мистецтва Бойківщини як активного чинника сучасного культурного простору, що забезпечує не лише збереження історичної пам'яті, а й формування нової художньо-просторової якості дизайну середовища.

Виклад основного матеріалу. Створення функціонального, привабливого та комфортного простору, який відповідає потребам сучасного суспільства, має емоційну та культурну цінність і відновлює унікальну ідентичність місць, – важливе завдання. Ревіталізація мистецтва Бойківщини може передбачати використання місцевих мате-

ріалів, сучасних технологій і нових мистецьких форм, орієнтованих на енергоефективність та екологічність. Особливого значення набуває залучення місцевих громад, що робить процес глибоко значущим і ефективним. Один із найрезультативніших підходів – участь жителів у відновленні храмів, що дозволяє поєднати збереження спадщини із співтворенням і передачею пам'яті між поколіннями. Одним із ключових аспектів цього процесу є створення платформи для обговорення та обміну ідеями серед мешканців, де кожен може внести свою думку щодо відновлення та перетворення сакрального простору. Коли громада активно бере участь у відновленні важливих для неї об'єктів, вона отримує можливість створити простір, що відображає її ідентичність. Одним із прикладів такого підходу є проєкт відновлення церкви Святої Трійці в с. Бачині, де мешканці взяли активну участь у процесі ревіталізації [4]. Церкву звели на місці храму, котрий згорів, про що згадано в історичних документах уже в 1798 році.

На рис. 1, виконаному студентом І курсу спеціальності «Архітектура та містобудування» Юліаном Бубелою, зображено Церкву Святої Трійці – зведену у 1868 році на пагорбі в центральній частині села. Об'єкт репрезентує характерні риси української дерев'яної, храмової архітектури другої половини XIX століття, поєднуючи в собі як традиційні елементи, так і окремі новаторські архітектурно-композиційні рішення. Її розташування на височині підкреслює домінуючий характер споруди в сільському середовищі

Бойківщини, а також сприяє акцентуванню її духовного й символічного значення [3]. Архітектурна композиція відтвореної церкви вирізняється гармонійною пропорційністю та пластичністю форм. На особливу увагу заслуговує зображення купольної частини – куполи детально опрацьовані, з чітким дотриманням конструктивної логіки та стилістичних особливостей доби. Завдяки техніці штрихування автор досяг високого рівня передачі фактурності матеріалів, зокрема металевої покрівлі, яка передається через гру світлотіні, характерного орнаменту у вигляді ромбоподібного візерунка. Такий підхід дозволяє не лише візуалізувати архітектоніку об'єкта, а й передати його матеріальну природу та атмосферу.

Візуальне вирішення рисунка демонструє глибоке розуміння студентом принципів архітектурного моделювання, стилістичної ідентичності сакральної спадщини та засобів художньої виразності. Унікальність церкви, зображеної на рис. 1, не лише в її конструктивних особливостях, а й у загальному образному вирішенні, яке формує впізнаваний і водночас рідкісний силует куполів, що вирізняє її серед інших храмових споруд України [8, с. 24–25]. Така інтерпретація має вагомий значення для дослідження національної архітектурної традиції та збереження культурної спадщини. На жаль, у 1920-х роках «внаслідок реконструкцій, стіни над опасанням покрили бляхою, а до вівтаря прибудували північну ризницю. У 1954 році храм був закритий радянською владою, а в 1988 році повернений громаді» [5, с. 122–129].

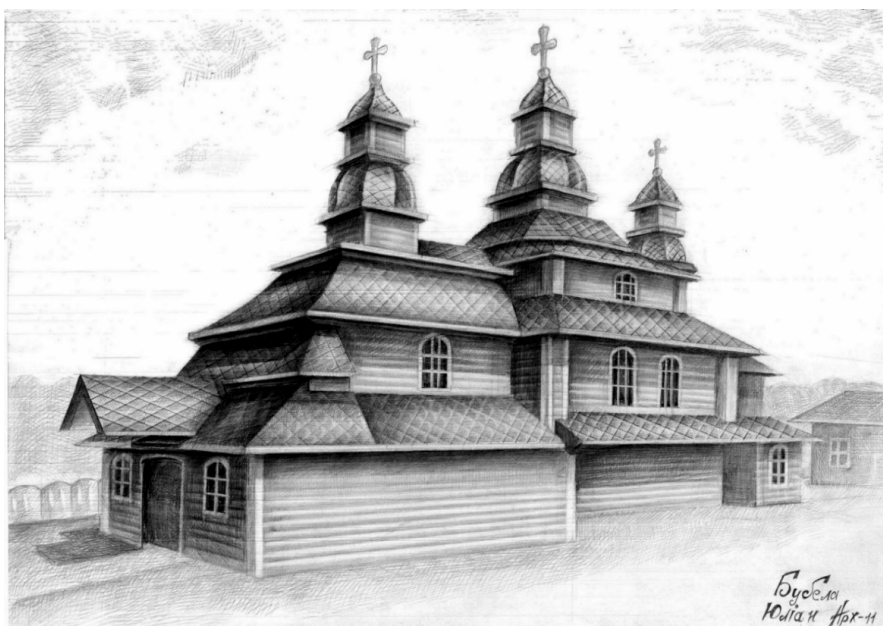


Рис. 1. Зниклий скарб української сакральної архітектури: Церква Святої Трійці у Бачині, 1868 р.
(Юліан Бубела, науковий керівник – Степан Пісьо, ЛНУП)



Рис. 2. Іконостас церкви у селі Бачині, ХІХ століття. Фото із сайту: <http://decerkva.org.ua/bachyna.html>

Відновлення церкви виявилось не зовсім вдалим: дії громади не завжди відповідали реставраційним вимогам, що призвело до спотворення інтер'єру – стіни обшили фанерою, а нові розписи не завжди відповідали оригінальній концепції. Водночас частково зберігся чотириярусний іконостас ХІХ століття з академічними іконами, хоч і зміненими, які не завжди відповідали оригінальній художній концепції (рис. 2) [5, с. 122–129].

20 січня 2017 року церква Святої Трійці у с. Бачині зазнала значних руйнувань через пожежу, в результаті якої обвалився верх над навою, а також був знищений верх над вівтарем [7]. «Після трагедії громада села разом із фахівцями, інституціями та фундаторами об'єднала зусилля для створення нового проєкту, повного відновлення храму. Завдяки участі архітекторів та майстрів вдалося поєднати сучасні вимоги історичної спадщини та архітектури Бойківщини. Роботи тривали чотири роки, і в червні 2021 року храм освятив архієпископ Яків Макарчук. Ця подія стала символом духовного та культурного відродження села» [5, с. 122–129].

Особливе значення має унікальний авторський іконостас, який став однією з головних родзинок нового храму (рис. 3). Десять образів намісного ряду виконані в особливому стилі, а кожна ікона написана на тлі краєвидів села Бачини. Такий підхід до створення ікон є новаторським у сакральному мистецтві, оскільки вперше в історії українського іконопису святі на образах зображені на тлі реальних місць [6]. Унікальність цього іконостасу полягає також у використанні мотивів бойківської культури.

Міністерство економіки України та Державна організація «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій» надали Степану Пісью свідоцтво авторського права № 128418 на збірку творів образотворчого мистецтва «Іконостас церкви с. Бачина...», від 23 липня 2024 року за заявкою від 3 червня 2024 р., № с202404877 [5, с. 122–129].

Завдяки інноваціям храм став сучасним духовним центром громади, зберігши традиції та історію. Елементи здебільшого бойківських орнаментів, які прикрашають одяг біблійних персонажів на іконах церкви Святої Трійці, роблять їх більш близькими і зрозумілими для віруючих, додають святим образам живої, земної енергії і наближають їх для мешканців [6]. Таке рішення не лише наближує святі образи до реальності, а й поглиблює емоційне сприйняття. Українські іконописці прагнули зробити суворий грецький канон ближчим до народу, поєднуючи його з елементами етнографічного мистецтва. Зокрема вишивка – важлива частина української ідентичності – стала джерелом натхнення. Її регіональна різноманітність надавала іконам унікального характеру. Митці, зокрема Осип Курилас, вплітали ці мотиви у свої твори, підкреслюючи культурну самобутність краю.

Відродження Церкви Святої Трійці, представлене у живописній роботі студентки ІІ курсу спеціальності «Архітектура та містобудування» Вікторії Марусяк, – не лише живописно-візуальне рішення, а й багатоаспектний процес культурного та духовного відродження (рис. 4).



Рис. 3. Намісний ряд іконостасу церкви Святої Трійці, с. Бачина, 2021 р. (автор – Степан Пісьо)

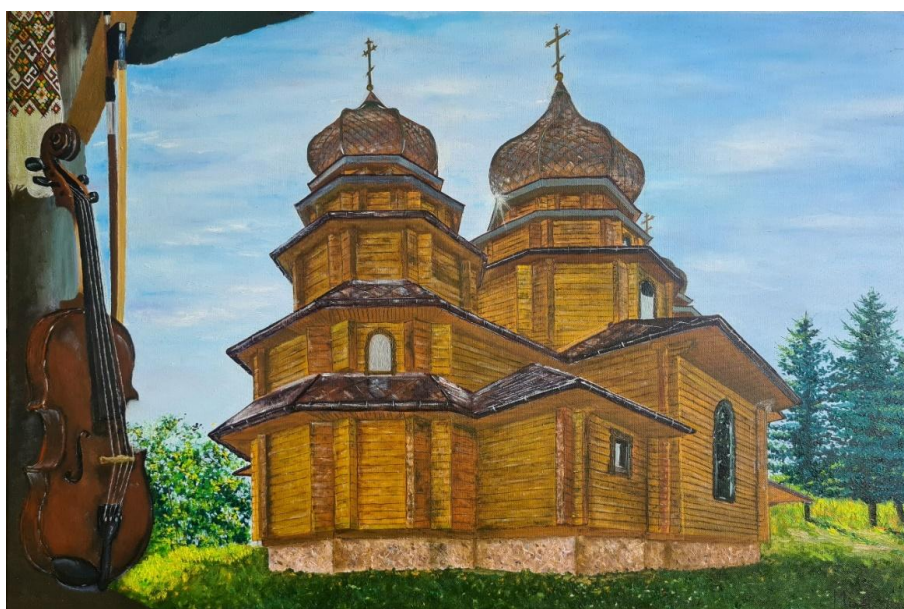


Рис. 4. «Мелодія світла на струнах віри». Живопис, Вікторія Марусяк, науковий керівник – Степан Пісьо, ЛНУП

Орнаменти вишиваного рушника на піддашші надають етнокультурного змісту й підкреслюють неперервність української традиції. Поєднання, на перший погляд, контрастних елемен-

тів – сакральної архітектури і скрипки – є концептуальною метафорою взаємодії простору, кольору, світла, звуку та духовності. Музичний символ постає як алегорія церковного співу, а білік

на куполі церкви – як камертон передзвону, що наповнює церковне обійстя та виходить за межі храмового простору, формуючи цілісну атмосферу сакрального середовища. Ревіталізована церква слугує не лише архітектурною спорудою, а й центром духовного життя та носієм колективної пам'яті громади. Живопис Вікторії Марусяк поєднує автентичні риси мистецтва Бойківщини з інноваційно, образно-формальними рішеннями, інтегруючи традиційні етнографічні елементи в сучасний сакральний архітектурний образ та актуалізуючи національну культурну спадщину. Це мистецьке рішення та втілення традицій і культури, що створює автентичний образ храму в гармонії з оточенням, стало майстерним і символічним, відображаючи глибокий зв'язок віри, людей і рідного краю.

Висновки. Ревіталізація церкви Святої Трійці в селі Бачині стала прикладом поєднання традицій і сучасних підходів мистецтва Бойківщини. Завдяки співпраці громади, меценатів і фахівців вдалося не лише відновити храм, а й створити простір, що відповідає сучасним потребам, зберігаючи історико-культурну цінність. Активна участь мешканців посилила відчуття спільності й причетності, сприяючи збереженню спадщини та формуванню міцної громади. Відновлення стало не лише технічним проєктом, а й важливим культурним процесом, який підкреслює унікальність бойківської ідентичності.

Бібліографічний список

1. Брильов С. Застосування у дизайні предметно-просторового середовища засобів сучасної скульптури. *Актуальні проблеми сучасного дизайну: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції* (20 квітня 2018 р., м. Київ): у 2-х т. Київ: КНУТД, 2018. Т. 2. С. 125–128.
2. Вечерський В. Ревіталізація. Архітектура: короткий словник-довідник. Київ: Будівельник, 1995. С. 250–251.
3. Кюнцлі Р. Громадський центр як культурно-духовний осередок українського села. *Вісник ЛНАМ. Серія: Культурологія*. 2016. Вип. 29. С. 122–128. DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.207354>
4. Марусяк В. Ревіталізація історичних споруд на прикладі відновлення церкви Св. Трійці у с. Бачина. URL: <https://www.lnup.edu.ua/en/166-podii-konferentsii/8156-newspod241004p3> (дата звернення: 25.01.2025). СТУД.ФОРУМ_2024.pdf
5. Пісьо С., Марусяк В. Ревіталізація: майстерні традиції Бойківщини в умовах сьогодення. *Збірник матеріалів I Міжнародної науково-практичної конференції «Бойківщина: минуле, сучасність, перспективи» на пошану Володимира Гуркевича*. С. 122–129.
6. Пісьо С. Я., Марусяк В. С. Жива мистецька практика ревіталізації традицій м. Дубляни. ЛНУП. Квітень. 2024. URL: <https://lnup.edu.ua/uk/7323> (дата звернення: 25.01.2025).
7. ПравдаТУТ Львів. Церкву Святої Трійці відновили на Самбірщині. Новини Львівщини. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=vmBwBd657PQ> (дата звернення: 25.01.2025).
8. Слободян В. Українське сакральне будівництво Старосамбірського району. Львів: Камула, 2015. С. 24–25.
9. Степанюк А., Кюнцлі Р. Традиції та нові тенденції проєктування громадських центрів сільських поселень у сучасних умовах. *Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво*. 2013. Вип. 14. С. 135–141.

Стаття надійшла 26.01.2025

Розділ 4

ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ: СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

УДК 332.3:004.9:352

РОЛЬ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЗЕМЕЛЬНИМИ ВІДНОСИНАМИ У ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАДАХ

М. Смолярчук, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-7350-431X

О. Ковалишин, д. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-7045-2462

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.091>

Смолярчук М., Ковалишин О. Роль цифрових інструментів у підвищенні ефективності управління земельними відносинами у територіальних громадах

У статті проаналізовано перебіг орендних земельних відносин в Україні, процедурні моменти та механізми цифрової трансформації, які використовуються на сьогодні й запрацювали за підтримки держави в різний час. Розглянуто особливості інформаційного забезпечення електронної системи «Prozorro. Продажі» та визначено позитивні сторони її функціонування в напрямі встановлення об'єктивної ціни продажу, підвищення привабливості інвестицій у земельний ринок та збільшення надходжень до місцевих бюджетів територіальних громад. Представлена аналітика продажу права оренди земель комунальної власності у Львівській області. Проаналізовано перебіг отримання цифрових даних про земельні ділянки у реєстрах системи державного земельного кадастру та речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень. Виявлено ключові тенденції, проблеми й перспективи впровадження цифрових технологій. Визначено роль електронної системи «Трембіта» у розвитку земельних відносин та, зокрема, під час обігу права оренди земельних ділянок. Передбачено, що доцільність впровадження системи у практику оренди земель забезпечить: скорочення термінів обробки документів; зменшення адміністративних бар'єрів через мінімізацію особистої взаємодії орендарів, орендодавців та посадових осіб; підвищення достовірності даних; оптимізацію роботи органів місцевого самоврядування, які отримають швидкий доступ до інформації щодо земельних ділянок, власників чи орендарів у межах територіальних громад; створення передумов для інтеграції із системами електронних аукціонів («Prozorro. Продажі»), що дасть змогу забезпечити більшу прозорість та ефективність земельних торгів.

Показано, що інтеграція відкритих електронних платформ із державними реєстрами формує єдиний цифровий простір управління земельними ресурсами громад. Обґрунтовано, що цифровізація орендних відносин сприяє підвищенню інвестиційної активності, удосконаленню управлінських рішень і зміцненню довіри між учасниками земельного ринку. Запропоновано напрями подальшого розвитку цифрової інфраструктури, зокрема поглиблення взаємодії кадастрових даних із системою «Трембіта» та розширення аналітичних сервісів для територіальних громад.

Ключові слова: оренда земельних ділянок, земельні відносини, цифрова трансформація, право користування земельною ділянкою, електронні торги.

Smoliarchuk M., Kovalyshyn O. Role of digital tools in improving the effectiveness of land management by territorial communities

The article examines the evolution of land lease relations in Ukraine, focusing on procedural aspects and the mechanisms of digital transformation that have been implemented with state support. It highlights the features of information support provided by the electronic system Prozorro. Sale, noting its positive impact on establishing objective sale prices, enhancing the investment attractiveness of the land market, and increasing revenues for the local budgets of territorial communities. The study presents analytical data on the sale of municipal land lease rights in Lviv region and analyzes the process of obtaining digital data on land plots from the State Land Cadastre and the registry of real property rights, including any encumbrances. Key trends, challenges, and future prospects for implementing digital technologies are identified. The role of the electronic system Trembita in the development of land relations, particularly concerning the circulation of land lease rights, is emphasized. The article underscores the importance of integrating this system into land lease practices, as it offers numerous benefits, including: reducing document processing times; minimizing administrative barriers by decreasing personal interactions among lessees, lessors, and officials; improving data reliability; optimizing the

functions of local self-government bodies by providing rapid access to information about land plots, owners, or lessees within territorial communities; and facilitating integration with electronic auction systems (Prozorro. Sale), thereby ensuring greater transparency and efficiency in land transactions.

The integration of open electronic platforms with state registries is shown to create a unified digital environment for managing land resources within territorial communities. The study argues that the digitalization of land lease relations boosts investment activity, enhances managerial decision-making, and fosters trust among participants in the land market. Finally, the paper proposes directions for further development of digital infrastructure, particularly through deeper interoperability of cadastral data with the Trembita system and the expansion of analytical services for local communities.

Keywords: land lease, land relations, digital transformation, land use right, electronic auctions.

Постановка проблеми. Розвиток земельних відносин, зокрема й орендних, у нашій державі потребує адаптації до сучасних умов цифрової економіки, що стає ключовим у підвищенні ефективності управління землекористуванням загалом. Сьогодні традиційні методи регулювання орендних земельних відносин засновані більшою мірою на використанні паперової документації, усних домовленостях та здебільшого ручних процесах, які, як виявилось, у сучасних реаліях стали неефективними та спричиняють низку проблем у регулюванні орендних земельних відносин. Досить часто, укладаючи договори оренди, укладачі зіштовхуються з численними викликами, серед яких: недостатня поінформованість щодо процесів оренди, застарілі дані обліку земель. Цифровізація кардинально змінює розвиток орендних відносин, роблячи їх більш прозорими, ефективними й доступними. Цей процес охоплює всі етапи – від пошуку об'єкта до управління договором та взаємодії сторін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Орендні відносини в Україні є об'єктом ґрунтовних економічних та аграрних досліджень. Учені В. Андрійчук, Л. Буяк, І. Вініченко, П. Гайдучкий, А. Третяк та ін. вивчають вплив орендних відносин на продуктивність агропромислового комплексу, інвестиційну привабливість, розвиток підприємництва, оптимізацію використання капіталу, ефективність використання сільськогосподарських земель, а також соціальні аспекти розвитку села. Обговорюється проблематика орендної плати, її розміру, способів розрахунку та впливу на добробут власників паїв. Цифровізацію орендних відносин досліджують Д. Гаврилов, Н. Демченко, О. Кривцов, Т. Макогон, а саме: правове регулювання онлайн-платформ, питання захисту персональних даних користувачів, проблеми укладання та виконання договорів в електронній формі, електронного документообігу та юридичної сили електронних підписів, функціонування електронних платформ.

Постановка завдання. Упродовж тривалого часу в державі було сформовано необхідну теоретичну базу та законодавче підґрунтя для

регулювання орендних земельних відносин, хоча й недостатньою мірою в напрямі їх цифровізації. Метою нашого дослідження є вивчення процесів оптимізації оренди земельних ділянок, оцінка впливу цифрової трансформації на підвищення прозорості інформаційного забезпечення та ефективності функціонування оренди, а також розроблення рекомендацій щодо подальшого розвитку цифрової інфраструктури в цій сфері.

Виклад основного матеріалу. Цифрова трансформація орендних земельних відносин сьогодні значною мірою зумовлена саме обов'язковістю прозорих та доступних процедур набуття в користування земельних ділянок землевласниками і землекористувачами. Останніми роками впроваджено кілька важливих ініціатив, спрямованих на покращання цього процесу, які передбачають активну цифровізацію земельних відносин нашої держави, зокрема й оренди земель та її продажу на платформі «Prozorro. Продажі» [1; 3].

У 2020 р. вперше запроваджується продаж об'єктів нерухомості та оренди різних активів через систему «Prozorro. Продажі». Центральна база даних системи розміщена в хмарному сховищі Amazon Web Services (AWS). Її ключові функції – це забезпечення прозорості, підтримка конкуренції та збільшення ціни продажу активів завдяки електронному формату торгів, що гарантує чесність, рівну конкуренцію та доступ до інформації для всіх учасників [6]. Важливим є етап застосування цієї платформи в орендних земельних відносинах, а саме продажу на ній права оренди земельних ділянок комунальної власності з жовтня 2021 р. Передавання земель комунальної власності в оренду відбувається лише через цю електронну платформу.

Ми провели детальний аналіз реалізації оренди земельних ділянок на модулі аналітики bi.prozorro.sale/periodMonitoring системи «Prozorro. Продажі» [6]. Так, загальна кількість аукціонів упродовж періоду з 01.01.2024 р. до 01.01.2025 р. становила 13,61 тис. із загальною виставленою вартістю 630,03 млн грн. Середня кількість пропозицій становила 2,96, площа

ділянок – 992,60 тис. га, вартість 1 га – 1,16 тис. грн. За досліджуваний період спостерігалось зростання вартості на 265,69 %, частка успішних торгів становила 62,46 %. Отже, лідером продажу на платформі стали операції оренди земельних ділянок упродовж усього періоду функціонування електронних земельних торгів (рис. 1).

Більш як за чотири роки електронні земельні аукціони на вказаній платформі, зокрема

й щодо продажу прав оренди, показали себе як ефективний та прозорий механізм, що слугує вдосконаленню земельних відносин загалом.

Крім того, можемо бачити тенденції середнього відсотка підвищення ціни продажу права оренди земельних ділянок переможцями на авторизованих майданчиках упродовж того ж періоду – з 01.01.2024 р. до 01.01.2025 р. (рис. 2) [6].

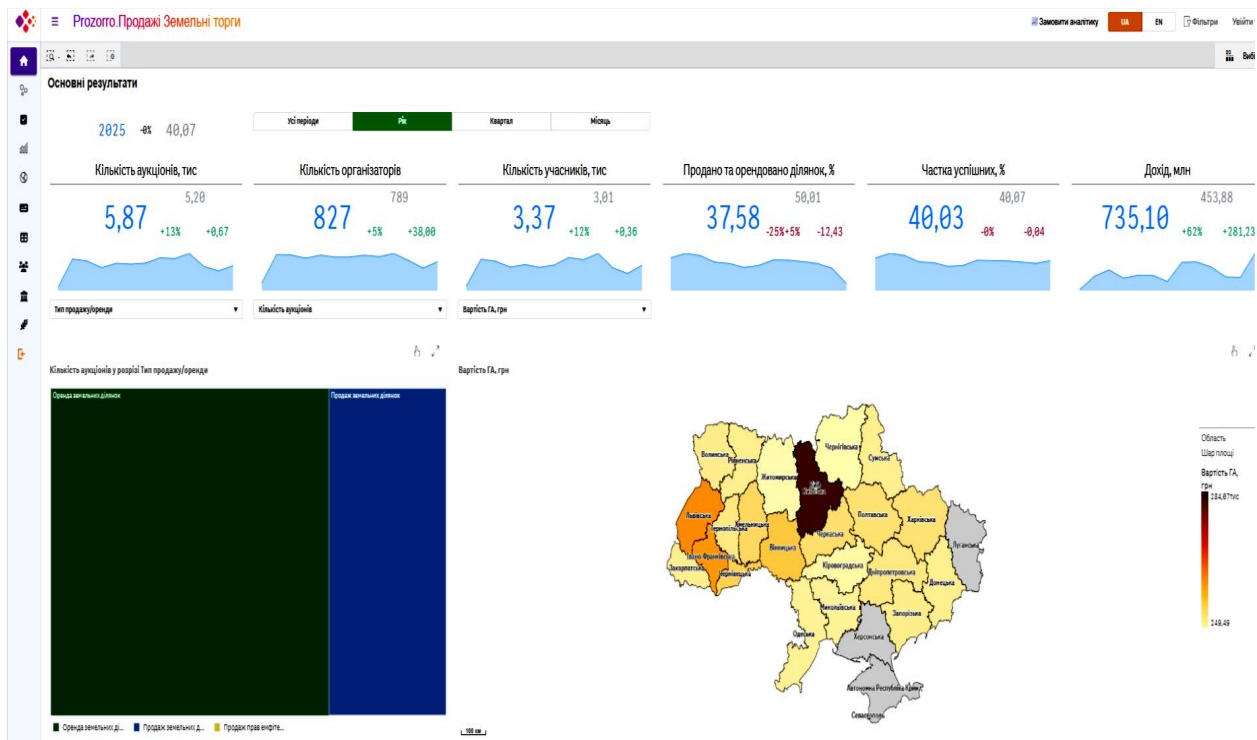


Рис. 1. Фрагмент із аналітичного модуля bi.prozorro.sale

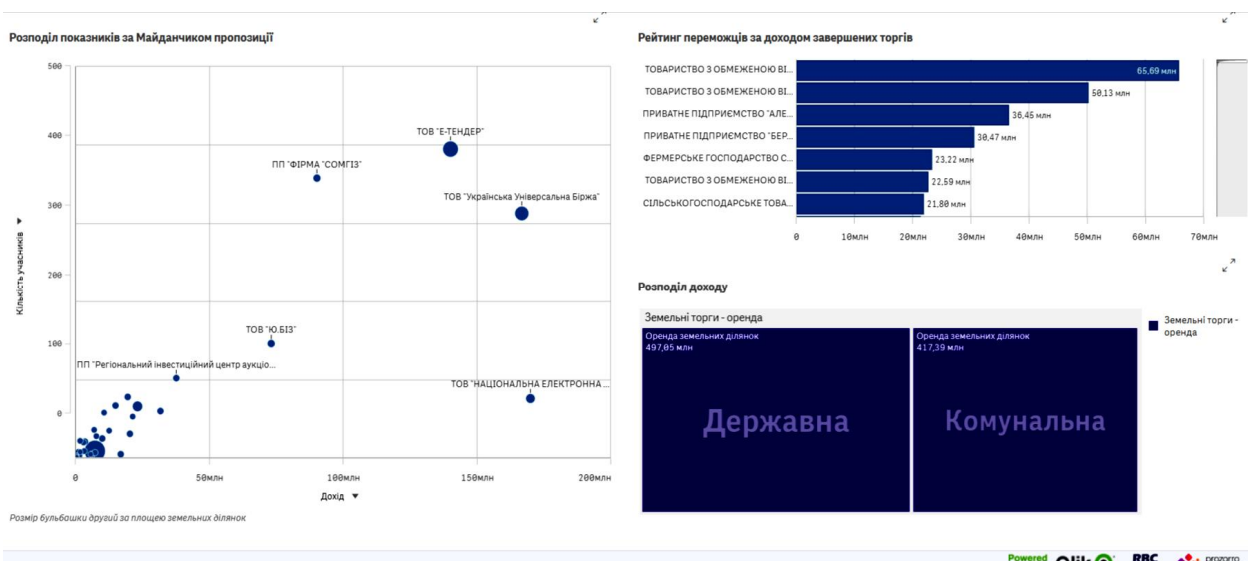


Рис. 2. Середній відсоток підвищення ціни продажу права оренди земельних ділянок переможцями на авторизованих майданчиках

Зауважимо, що такий формат земельних торгів щодо продажу права оренди земель та використання електронної системи «Prozorro. Продажі» є вагомим кроком у розвитку оренди земельних ділянок, який дозволяє рухатись вперед, сприяти прозорості, відкритості та здоровій конкуренції на земельному ринку. Потенційні орендарі мають змогу брати участь у торгах без посередників, тим самим знижуючи ризики маніпуляцій, водночас отримуючи повну та достовірну інформацію про земельну ділянку, яка виставляється на земельні торги через систему «Prozorro. Продажі», адже платформа має відкрити електронну базу аукціонів, з максимальною повною інформацією про земельні лоти.

Така відкритість забезпечується через мережу авторизованих електронних майданчиків, які виступають посередниками між користувачами та центральною базою даних, гарантують

однаковий доступ усіх учасників до аукціонної інформації та покликані виконувати важливу функцію підвищення конкуренції й прозорості у сфері земельних відносин загалом.

Бажаючий придбати право оренди земельної ділянки авторизується через наявні авторизовані електронні майданчики «Prozorro. Продажі», які є офіційними посередниками між центральною базою даних системи та потенційними користувачами.

Отже, кожен потенційний покупець-орендар має можливість володіти повною інформацією про такий електронний земельний лот, у якому зазначаються ключові параметри про земельну ділянку, такі як її місцезнаходження, площа, цільове призначення, терміни оренди, початкова вартість та інші важливі характеристики. Окрім цього, додаються документи, що підтверджують правовий статус землі, графічні матеріали, такі як кадастрова карта чи фото (рис. 3).

The screenshot shows the 'Prozorro. Продажі' website interface. At the top, there is a navigation bar with logos for 'COMET' and 'prozorro. продажі', and links for 'Аукціони', 'Реєстр об'єктів', 'Допомога', and 'Контакти'. A contact number '0-800-60-19-94' is also visible.

The main content area displays the title of the auction: 'Право оренди на земельну ділянку площею 1,1262 га (землі сільськогосподарського призначення, вид використання земельної ділянки: для ведення товарного сільськогосподарського виробництва кадастровий номер 4623955000:02:000:0420, яка розташована за межами населених пунктів с-ща Лопатин Шептицького району Львівської області)'. Below the title, there are tabs for 'Опис аукціону', 'Склад лота', and 'Документи'.

The 'Опис аукціону' tab is active, showing details about the lot. It includes a table with the following information:

Опис об'єкта	Право оренди на земельну ділянку площею 1,1262 га (землі сільськогосподарського призначення, вид використання земельної ділянки: для ведення товарного сільськогосподарського виробництва кадастровий номер 4623955000:02:000:0420, яка розташована за межами населених пунктів с-ща Лопатин Шептицького району Львівської області)
Класифікатор об'єкта	06121000-6 - Землі сільськогосподарського призначення
Площа ділянки, га	1.1262
Кадастровий номер	4623955000:02:000:0420
Тип власності	Комунальна
Місцезнаходження	ЛОПАТИН, Україна, Львівська область, Лопатин, 6V6F+25 Лопатин
Довгота	24.872923742251
Висота	(не задано)
Кваліфікація видів цільового призначення земель	01.01 - Для ведення товарного сільськогосподарського виробництва
Класифікація видів земельних	001.01 - Рілля

On the right side of the page, there is a sidebar with a 'Редагування доступне' button. Below it, the 'Стартова ціна' is listed as '3 628,23 грн.', the 'Гарантійний внесок' as '1 088.47 грн.', and the 'Регістраційний внесок' as '800.00 грн.'. The 'Дата проведення аукціону' is '28.04.2025 / 12:20'. At the bottom of the sidebar, there are buttons for 'Додати в обрані' and 'Задати питання'.

Рис. 3. Фрагмент з авторизованого майданчика щодо інформації про земельний лот (продаж права оренди) [6]

Порівняно зі звичним оголошенням у друкованих чи онлайн-виданнях, система «Prozorro. Продажі» має значну перевагу, адже вона гарантує актуальність і достовірність інформації. Усі лоти проходять перевірку, а сам процес купівлі права оренди здійснюється відкрито, що

унеможливорює ризики прихованих домовленостей або маніпуляцій.

Під час таких електронних торгів з продажу права оренди учасники в режимі реального часу мають змогу робити ставки. Потенційний орендар може бути впевнений у тому, що умови оренди є

рівними для всіх учасників, а переможець визначається за принципом найвищої запропонованої ціни, відповідно той, хто пропонує найвищу ціну – отримує право на укладення договору оренди. Завдяки цьому процес стає максимально відкритим, ефективним та вигідним як для орендодавців, так і для орендарів, стимулює підвищення вартості оренди земельних ділянок, адже конкуренція між учасниками загалом сприяє встановленню ринкових цін. Це, своєю чергою, збільшує надходження до місцевих бюджетів територіальних громад, що дозволяє спрямовувати додаткові кошти на розвиток інфраструктури й поліпшення соціальних послуг тощо. Для власників та орендарів земельних ділянок система створює можливість встановлення об'єктивної ціни, сформованої залежно від попиту та пропозиції на конкурентних засадах, що підвищує привабливість інвестицій у земельний ринок.

І, хоча система «Prozorro. Продажі», на нашу думку, демонструє найбільш практичний та відчутний ефект у сфері оренди земельних ділянок, проте вона не є єдиним інструментом цифровізації, який сьогодні використовується в регулюванні земельних відносин.

Отримання позитивного результату від продажу на «Prozorro. Продажі» великою мірою залежить від повноти інформаційного забезпечення відомостями та їх цифровізації про правовий, кількісний та якісний стан земельних ділянок, який формується у реєстрах системи державного земельного кадастру та речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень.

Проте, перш ніж розпочати проводити аналіз сильних чи слабких сторін цифрової трансформації в оренді, варто згадати про загальний перебіг орендних земельних відносин до початку їх активної цифровізації.

Слід зазначити, що оренда земельних ділянок у нашій державі до певного періоду характеризувалася складною процедурою оформлення, укладання та реєстрації договорів. Аналізуючи період до 2013 р., відзначимо, що саме в цей період усе відбувалося фактично без використання цифрових технологій. Ведення Державного земельного кадастру ускладнювала відсутність відкритого доступу до інформації про земельні ділянки та характерні для них обмеження і обтяження у використанні, перевірки та оновлення інформації відбувалися у тривалі терміни, що підвищувало ризики помилок, маніпулювання адміністративними важелями та розширення можливостей розвитку корупційних схем [5; 7; 8].

Із початку 2014 р. здійснюється автоматизація Державного земельного кадастру (ДЗК) та Державного реєстру речових прав на нерухоме майно (ДРРП), яка головним чином була пов'язана з впровадженням електронного документообігу та інформаційного обміну. Ці два реєстри є основою для достовірності представлення інформації на цифрових майданчиках з реалізації прав користування земельними ділянками.

Для підвищення ефективності отримання інформації з реєстрів у площині інноваційного розвитку важливим є впровадження системи «Трембіта», що офіційно функціонує в Україні з 2018 р. як платформа електронної взаємодії державних реєстрів, яка забезпечує безпечний обмін даними між відомствами для надання зручних електронних послуг громадянам та бізнесу, не потребуючи самостійного збирання ними довідок. Ця система – частина державної електронної інфраструктури, яка використовується державними органами та сервісами, а не кінцевими користувачами, доступ до якої надається за певними критеріями і для визначених суб'єктів. Для нас важливо, що починаючи з 2020 р. «Трембіта» поступово інтегрується у сферу земельних відносин, зокрема у взаємодію між Державним земельним кадастром та Державним реєстром речових прав на нерухоме майно, що потенційно здатне прискорити та оптимізувати процедури оформлення прав користування землею [2; 8].

Водночас необхідно зазначити, що у сфері оренди земель «Трембіта» все ще не має значного поширення і використовується фрагментарно, однак вважаємо, що її застосування стане перспективним, насамперед з огляду на сучасні потреби розвитку земельних відносин. Система дозволяє забезпечити автоматизований контроль за дотриманням умов договорів оренди, зокрема відстеження строків платежів, умов використання земельних ділянок та своєчасності поновлення договорів. Це сприяє мінімізації випадків порушення земельного законодавства та унеможливує тіньове використання орендованих земельних ділянок. Крім того, цифрова інтеграція державних реєстрів створює передумови для якісного аналізу ринку оренди землі, що є важливим чинником у формуванні державної земельної політики.

Доцільність ширшого впровадження системи «Трембіта» у практику оренди земель, на нашу думку, може забезпечити:

- скорочення термінів обробки документів завдяки автоматизованому обміну інформацією;

- зменшення адміністративних бар'єрів через мінімізацію особистої взаємодії орендарів, орендодавців та посадових осіб;

- підвищення достовірності даних, що надходять із державних реєстрів у режимі реального часу;

- оптимізацію роботи органів місцевого самоврядування, які отримують швидкий доступ до інформації щодо земельних ділянок, власників чи орендарів у межах територіальних громад;

- передумови для інтеграції із системами електронних аукціонів («Prozorro. Продажі»), що дозволить забезпечити більшу прозорість та ефективність земельних торгів.

Отже, хоча на сьогодні система «Трембіта» ще не посідає провідного місця у сфері оренди земель, проте її подальша інтеграція у цифрову інфраструктуру земельних відносин, зокрема у взаємодію між Державним земельним кадастром, Державним реєстром речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень і системою електронних аукціонів «Prozorro. Продажі», має всі підстави стати одним із ключових напрямів їх подальшого вдосконалення. Такий підхід сприятиме формуванню цілісної електронної екосистеми, адаптованої до сучасних цифрових інструментів і гармонізованої з європейськими стандартами прозорості, ефективності та відкритості ринку землі.

Висновки. Вважаємо, що цифрова трансформація орендних земельних відносин в Україні стала стратегічним напрямом модернізації земельних відносин загалом, що поєднує прозорість, ефективність і конкурентність у сфері користування землею. Впровадження електронних аукціонів через систему «Prozorro. Продажі», а також розвиток інших цифрових сервісів і платформ підтвердили, на нашу думку, ефективність запроваджених у різні періоди цифрових інструментів у забезпеченні відкритого доступу до інформації, підвищенні довіри учасників ринку, зменшенні адміністративних бар'єрів та зростанні доходів місцевих бюджетів.

Цифровізація орендних земельних відносин дозволяє оптимізувати процеси укладення договорів, контролю за їх виконанням, моніторингу використання земель та обміну даними між державними реєстрами. Вона створює передумови для формування цілісної електронної інфраструктури земельних відносин, адаптованої до сучасних

цифрових стандартів і гармонізованої з європейськими підходами до прозорості та ефективності ринку землі. Пропонується подальше вдосконалення цифрової трансформації через:

- розширення інтеграції між державними реєстрами та електронними платформами оренди;

- удосконалення законодавчого регулювання електронних процедур та стандартів обміну даними;

- забезпечення надійного контролю та аналітики щодо виконання договорів оренди;

- підвищення доступності цифрових сервісів для орендарів і землевласників на місцевому рівні.

Отже, цифрова трансформація орендних земельних відносин є не лише технічним удосконаленням процедур, а й фундаментальною умовою підвищення прозорості земельного ринку, зміцнення інституційної довіри та забезпечення сталого економічного розвитку на національному та місцевому рівнях.

Бібліографічний список

1. Буяк Л., Пришляк К. Blockchain технології як засіб продажу прав оренди на землі сільськогосподарського призначення. *Вісник економіки*. 2022. № 4. С. 145–158.
2. Деякі питання електронної взаємодії електронних інформаційних ресурсів: Постанова Кабінету Міністрів України від 8 вер. 2016 р. № 606. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/606-2016-%D0%BF> (дата звернення: 06.02.2025).
3. Кошкалда І. В., Ряснянська А. М. Удосконалення інституційних засад орендних земельних відносин. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2017. № 2. С. 72–77. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apie_2017_2_12 (дата звернення: 06.02.2025).
4. Посібник орендодавця та орендаря. URL: https://wearetenfold.org/wp-content/uploads/2021/05/HousingEqualityCnt_TenantManual_Dec19-Final-UKRAINE-3.pdf (дата звернення: 06.02.2025).
5. Про затвердження Типового договору оренди землі: Постанова Кабінету Міністрів України від 3 бер. 2004 р. № 220. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/220-2004-%D0%BF> (дата звернення: 06.02.2025).
6. Prozorro. Продажі. URL: <https://prozorro.sale/> (дата звернення: 06.02.2025).
7. Про оренду землі: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/161-14#Text> (дата звернення: 06.02.2025).
8. Трембіта: система електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів. URL: <https://trembita.gov.ua> (дата звернення: 06.02.2025).

Стаття надійшла 10.02.2025

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗЕМЛЕУСТРОЮ МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

О. Микула, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0003-4960-9485

М. Сусак

ORCID ID: 0009-0004-0093-5321

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.097>

Микула О., Сусак М. Вдосконалення землеустрою меліорованих земель

Проведено аналіз змін нормативно-методичного забезпечення землеустрою. Встановлено основні зміни щодо переліку видів землеупорядної документації відповідно до Закону України «Про землеустрій», які, зокрема, стосуються вилучення з переліку загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель та проєктів землеустрою щодо створення нових та впорядкування існуючих землеволодінь і землекористувань.

Визначено недосконалість системи проєктних розробок на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях в частині врахування фактичного стану меліорованих земель та перспектив збільшення їхніх площ, розширення та реконструкції наявних мереж. Встановлено, що містобудівна документація: комплексні плани просторового розвитку території територіальної громади, генеральні плани населених пунктів, детальні плани території, які є одночасно і містобудівною документацією, також не враховують схвалені урядом України стратегії зрошення та дренажу і план розвитку іригаційного комплексу.

Запропоновано враховувати в документах з планування територій на державному рівні, Генеральній схемі планування території України, схемах планування окремих частин території України, схем планування окремих частин території України, схем планування території Автономної Республіки Крим, областей та районів. Варто повернутися до розробки загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель. У цих документах повинно бути комплексно розглянуте питання розвитку гідротехнічних, культуртехнічних, агротехнічних, хімічних, агролісотехнічних меліорацій, визначені конкретні площі, які потребують відповідних меліоративних заходів, та черговість розробки робочих проєктів землеустрою в комплексних планах просторового розвитку території територіальної громади. Головний акцент при цьому має бути зроблено не на інженерну підготовку та захист територій, а на розробку заходів зі збереження й підвищення родючості ґрунтів завдяки проведенню різних видів меліорацій. Це дасть змогу комплексно підійти до проблем організації використання та охорони земель.

Ключові слова: проєкти землеустрою, меліорація, меліоровані землі, містобудівна документація.

Mykula O., Susak M. Improving land management of reclaimed lands

An analysis was conducted on the changes in regulatory and methodological support for land management in Ukraine. The key updates pertain to the types of land management documentation as specified by the Law of Ukraine "On Land Management." Notably, this law has removed national and regional programs for land use and protection, as well as certain land management projects, and introduced new regulations regarding land tenure and land use.

The study identified shortcomings in the project development system at national, regional, and local levels, particularly in relation to the actual state of reclaimed lands and the potential for expanding these areas. It also highlighted issues with urban planning documentation - such as comprehensive plans for territorial community development, master plans for settlements, and detailed territorial plans - which fail to account for the irrigation and drainage strategies approved by the Government of Ukraine and the broader development plan for the irrigation complex.

To improve this situation, it is recommended that state-level territorial planning documents incorporate the General Scheme of Planning for the Territory of Ukraine as well as planning schemes for individual regions, districts, and the Autonomous Republic of Crimea. There is also a call to reinstate the development of national and regional programs for land use and protection. These documents should address the development of hydrotechnical, cultural, agrotechnical, chemical, and agroforestry land reclamation efforts. They must identify specific areas that require targeted land reclamation measures and outline the necessary steps for developing working land management projects as part of the comprehensive plans for spatial development of territorial communities. The primary focus should shift away from merely engineering protections of territories and instead prioritize measures to preserve and enhance soil fertility through various types of land reclamation. This comprehensive approach will help address the challenges of organizing land use and protection effectively.

Keywords: land management projects, land reclamation, reclaimed land, urban planning documentation.

Постановка проблеми. Використання земель сільськогосподарського призначення на різних етапах історичного розвитку визначалось виходячи не тільки з економічних міркувань, а й з міркувань соціальних та екологічних. У 70-х роках минулого століття значні фінансові ресурси були скеровані на потреби меліорації (осушення земель на Заході України та зрошення в Південно-східній частині), а вже в другій половині 80-х років пріоритетними стали збереження довкілля й активна критика проведених на попередньому етапі меліоративних заходів.

В Україні обліковується 5485,3 тис. га меліорованих земель, зокрема 2178,3 тис. га зрошуваних і 3307 тис. га осушуваних земель з відповідною меліоративною інфраструктурою.

Наявні водогосподарська та меліоративна інфраструктури (забезпеченість водними ресурсами, пропускна здатність магістральних та розподільних каналів, кількість і продуктивність різних за призначенням насосних станцій тощо) є достатніми для забору й подачі води для поливу не менш як 1,5–1,8 млн га, відведення надлишкових вод у весняний період з території площею понад 3 млн га та водорегулювання на площі понад 1 млн га [13].

Реформування земельних відносин в Україні у 1990–2010 роках підвищило політичне, економічне й соціальне значення землі, забезпечило включення її в економічний оборот. Це потребувало не тільки вдосконалення економічного механізму господарювання на землі, а й створення оптимальних екологічних умов, зокрема завдяки вдосконаленню землеустрою. Значного вдосконалення зазнала законодавча та нормативна база в галузі землеустрою. У цих умовах особливого значення набуває формування чіткої, науково обґрунтованої методології й методики землеустрою та її імплементація в нормативну базу і проєктно-виробничу діяльність.

Земля – основний засіб виробництва в сільському господарстві, тому вибір ефективних форм організації і механізму функціонування землекористування за допомогою розробки проєктної документації із землеустрою є однією з умов подальшого розвитку земельних відносин та ефективного вітчизняного аграрного сектору. Тому основні напрями й першочергові завдання вдосконалення землеустрою є важливими з позиції соціально-економічного розвитку України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням наукового обґрунтування землеустрою в різний час було присвячено роботи таких

науковців, як П. Ф. Веденічев, С. П. Войтенко, М. О. Володін, В. В. Горлачук, Д. С. Добряк, П. Г. Казьмір, А. А. Мицай, Л. Я. Новаковський, А. М. Третяк та ін. [1–5; 14; 15]. Незважаючи на ґрунтовні дослідження базових підходів у сфері землеустрою, залишається багато дискусійних та малодосліджених аспектів його здійснення.

Постановка завдання. Метою нашого дослідження є вдосконалення нормативно-методичного забезпечення землеустрою як основного елементу забезпечення раціонального використання та охорони меліорованих земель.

Виклад основного матеріалу. До Закону України «Про землеустрій» [6], який був прийнятий Верховною Радою України 22 травня 2003 року і набрав чинності 08 липня 2003 року, було внесено зміни більш ніж сорока законами. Це свідчить про те, що законотворці розуміють важливе значення землеустрою для забезпечення раціонального використання земель і постійно його вдосконалюють.

Аналіз змін до Закону України «Про землеустрій» [6] показує, що перелік документів на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях зазнав істотних змін. Вилучено з переліку документацію із землеустрою щодо визначення державного кордону України, не входить до проведення землеустрою на загальнодержавному та регіональному рівнях розробка загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель. Деталізовано перелік видів робочих проєктів землеустрою, розширено перелік технічної документації із землеустрою (щодо встановлення (відновлення) меж земельної ділянки в натурі (на місцевості), щодо встановлення меж частини земельної ділянки, на яку поширюється право суборенди, сервітуту, щодо резервування цінних для заповідання територій та об'єктів, щодо поділу та об'єднання земельних ділянок, щодо інвентаризації земель, щодо встановлення меж режимоутворювальних об'єктів культурної спадщини) (табл.).

Зміни в переліку землепорядної документації на загальнодержавному та регіональному рівнях не узгоджуються зі статтею 184 Земельного кодексу [2], яка визначає, що землеустрій передбачає розробку загальнодержавної і регіональних програм використання та охорони земель, а стаття 48 передбачає, що до участі в обговоренні загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель, схем землеустрою адміністративно-територіальних одиниць залучають представників громадських організацій та об'єднань громадян.

**Види землепорядної документації відповідно
до Закону України «Про землеустрій»[6]**

Землеустрій на загальнодержавному та регіональному рівнях	
1	2
на 01.02.2025	на 08.07.2003
Норма відсутня	Документація із землеустрою щодо визначення державного кордону України
Норма відсутня	Встановлення в натурі (на місцевості) державного кордону України
Норма відсутня	Загальнодержавні і регіональні програми використання та охорони земель
Схеми землеустрою і техніко-економічні обґрунтування використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць, територій територіальних громад (району, територіальної громади, села, селища, міста)	Схеми землеустрою і техніко-економічні обґрунтування використання та охорони земель адміністративно-територіальних утворень
Комплексний план просторового розвитку території територіальної громади, генеральний план населеного пункту, детальний план території	Норма відсутня
Проекти землеустрою щодо встановлення (зміни) меж адміністративно-територіальних одиниць	Проекти землеустрою щодо встановлення і зміни меж адміністративно-територіальних утворень
Проекти землеустрою щодо встановлення меж територій територіальних громад	Норма відсутня
Проекти землеустрою щодо організації і встановлення меж територій природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного, лісогосподарського призначення, земель водного фонду та водоохоронних зон, обмежень у використанні земель та їх режимоутворюючих об'єктів	Проекти землеустрою щодо організації і встановлення меж територій природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення
Землеустрій на місцевому рівні	
Проекти землеустрою	
Норма відсутня	щодо формування земель комунальної власності територіальних громад і проекти розмежування земель державної та комунальної власності населених пунктів
Норма відсутня	щодо створення нових та впорядкування існуючих землеволодінь і землекористувань
щодо приватизації земель державних і комунальних сільськогосподарських підприємств, установ та організацій	Норма відсутня
щодо організації території земельних часток (паїв)	Норма відсутня
щодо відведення земельних ділянок	щодо відведення земельних ділянок
щодо впорядкування території для містобудівних потреб	Норма відсутня
що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь	що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозмін та впорядкування угідь
щодо впорядкування території населених пунктів	Проекти землеустрою щодо впорядкування території населених пунктів
Робочі проекти землеустрою	
з рекультивациі порушених земель	Норма відсутня
зняття та перенесення родючого шару ґрунту	Норма відсутня
консервації деградованих та малопродуктивних угідь	Норма відсутня
поліпшення сільськогосподарських і лісогосподарських угідь	Норма відсутня

1	2
захисту земель від ерозії, підтоплення, заболочення, вторинного засолення висушення, зсувів, ущільнення, закислення, забруднення промисловими та іншими відходами, радіоактивними та хімічними речовинами	Норма відсутня
Технічна документація із землеустрою	
щодо встановлення (відновлення) меж земельної ділянки в натурі (на місцевості)	Технічна документація із землеустрою щодо складання документів, що посвідчують право на земельну ділянку
щодо встановлення меж частини земельної ділянки, на яку поширюється право суборенди, сервітуту	Норма відсутня
щодо резервування цінних для заповідання територій та об'єктів	Норма відсутня
щодо поділу та об'єднання земельних ділянок	Норма відсутня
щодо інвентаризації земель	Норма відсутня
щодо встановлення меж режимоутворювальних об'єктів культурної спадщини	Норма відсутня
Норма відсутня	Спеціальні тематичні карти і атласи стану земель та їх використання

Земельний кодекс (стаття 67) передбачає, що за рахунок коштів Державного бюджету України в порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України, фінансуються розробка загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель [2].

Відповідно до статей 8–12 Земельного кодексу України, організація землеустрою належить до повноваження обласних рад, Київської і Севастопольської міських рад, районних рад та сільських, селищних, міських рад і їх виконавчих органів. Кабінет Міністрів України має повноваження щодо організації здійснення землеустрою, повноваження Ради міністрів Автономної Республіки Крим та місцевих державних адміністрацій полягають у координації здійснення землеустрою [2].

Попри кардинальні зміни, пов'язані з переглядом підходів до ролі меліорації, які відбулися на державному, зокрема законодавчому, рівні, прийняття низки змін до законодавчих актів, зокрема до Закону України «Про меліорацію земель» [10], прийняття Закону України «Про організації водокористувачів та стимулювання гідротехнічної меліорації земель» [12], розробка проєктів землеустрою не зазнала істотних змін у частині врахування наявної інженерної інфраструктури міжгосподарських та внутрішньогосподарських меліоративних систем, особливостей експлуатації меліоративних мереж.

Так, робочі проєкти землеустрою щодо поліпшення стану сільськогосподарських угідь і лісових земель відповідно до «Правил розроблення робочих проєктів землеустрою» [9]

передбачають: нанесення родючого шару ґрунту; культивування сидеральних культур; докорінне та поверхневе поліпшення стану сіножатей і пасовищ; запровадження безполіцевого обробітку ґрунту; землювання, щілювання ріллі, сіножатей, пасовищ; глибоке розпушування запливаючих ґрунтів; внесення мікробіологічних препаратів, регуляторів росту рослин, мікродобрив, торфу та торфокомпостів, сапропелю, озерних та річкових мулів; проведення хімічної меліорації ґрунтів (вапнування, гіпсування) та інших заходів зі збереження й підвищення родючості ґрунтів; розкорчовування списаних багаторічних насаджень.

Незважаючи на те, що Закон України «Про меліорацію земель» визначає такі основні види меліорації земель, як гідротехнічна, культуртехнічна, хімічна, агротехнічна, агролісотехнічна [10], а під час розроблення проєктів меліорації земель обов'язково визначається комплексний підхід до здійснення меліоративних заходів, як бачимо, навіть у робочих проєктах землеустрою відсутній комплексний підхід до меліоративних заходів.

Якщо на рівні робочих проєктів землеустрою передбачені певні меліоративні заходи, то для землевпорядної документації вищого рівня цього не регламентовано.

Окремого підходу потребує аналіз змісту містобудівної документації в частині узгодження заходів з меліорації земель та заходів, передбачених цими проєктними розробками. Стаття 16 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» [11] передбачає, що планування

територій на місцевому рівні здійснюється за допомогою розроблення й затвердження комплексних планів просторового розвитку територій територіальних громад, генеральних планів населених пунктів і детальних планів території, їх оновлення та внесення змін до них. Ці плани відповідно до законодавства є одночасно містобудівною документацією на місцевому рівні та землевпорядною документацією.

Проектні рішення комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади містять відомості про заходи з інженерної підготовки та захисту територій.

Розділ «Інженерна підготовка і захист територій» містить інформацію про існуючий та перспективний стан інженерної підготовки і захисту території, а також обґрунтування проектних рішень про інженерний захист території від розвитку небезпечних природних процесів, розміщення сучасних і проектних гідротехнічних (гідроінженерних) споруд, протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення, аварії на яких можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій, інженерної підготовки території, протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних заходів, рекультивації порушених земель, зокрема меліорації, виторфовування, розчистки, регулювання стоку річок, створення штучних водойм, зниження рівня забруднення та засмічення вод, днопоглиблювальних робіт на водних об'єктах [8]. Як бачимо, і в містобудівній документації відсутній комплексний підхід до розробки меліоративних заходів, особливо з позиції розвитку аграрного сектору економіки.

Висновки. Проведений аналіз наявної нормативно-методичної бази землеустрою дає підстави для висновків про недостатність підходів до особливостей врахування меліоративного стану земель у процесі розробки проектів землеустрою та містобудівної документації, пов'язаної з використанням земель. У зв'язку з цим пропонується враховувати в документах з планування територій на державному рівні, Генеральній схемі планування території України, схемах планування окремих частин території України схем планування окремих частин території України, схем планування території Автономної Республіки Крим, областей та районів. Варто повернутися до розробки загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель. У цих документах повинно бути комплексно розглянуте

питання розвитку гідротехнічних, культуртехнічних, агротехнічних, хімічних, агролісотехнічних меліорацій, визначені конкретні площі, які потребують відповідних меліоративних заходів, та черговість розробки робочих проектів землеустрою в комплексних планах просторового розвитку території територіальної громади. Головний акцент при цьому має бути зроблено не на інженерну підготовку та захист територій, а на розробку заходів зі збереження й підвищення родючості ґрунтів за допомогою проведення різних видів меліорацій. Це дасть змогу комплексно підійти до проблем організації використання та охорони земель.

Бібліографічний список

1. Добряк Д. С., Бабміндра Д. І., Карплюк І. Р. Сучасний землеустрій – основоположний державний механізм управління в галузі використання та охорони земельних ресурсів у ринковому середовищі. *Землеустрій і кадастр*. 2011. № 1. С. 3–9.
2. Земельний кодекс України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2002. № 3–4. Ст. 27. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14?find=1&text=%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%83%D1%81#w1_233 (дата звернення: 11.01.2025).
3. Новаковський Л. Я. Шляхи становлення і розвитку сучасного землевпорядкування. *Землевпорядкування*. 2007. № 2. С. 3–12.
4. Новаковський Л. Я. Нормативно-технічне забезпечення землеустрою в Україні. *Землевпорядний вісник*. 2014. № 9. С. 12–15.
5. Поняття та сутність економіки землеустрою та землевпорядкування в Україні / А. М. Третяк, В. М. Третяк, І. П. Гетманьчик, Л. А. Гунько. *Агроекономіка*. 2021. № 11. С. 3–10. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/11037> (дата звернення: 11.01.2025).
6. Про землеустрій: Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2003. № 36. Ст. 282. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> (дата звернення: 11.01.2025).
7. Про затвердження довгострокового плану розвитку іригаційного комплексу України до 2050 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 берез. 2025 р. № 280-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280-2025-%D1%80> (дата звернення: 11.01.2025).
8. Про затвердження Порядку розроблення, оновлення, внесення змін та затвердження містобудівної документації: Постанова Кабінету Міністрів України від 1 вер. 2021 р. № 926. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/926-2021-%D0%BF#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
9. Про затвердження Правил розроблення робочих проектів землеустрою: Постанова Кабінету Міністрів України від 2 лют. 2022 р. № 86. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 11.01.2025).

10. Про меліорацію земель: Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2000. № 11. Ст. 90. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1389-14#Text> (дата звернення: 11.01.2025).

11. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2011. № 34. Ст. 343. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17?find=1&text=%D0%BF%D1%> (дата звернення: 11.01.2025).

12. Про організації водокористувачів та стимулювання гідротехнічної меліорації земель: Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2023. № 16. Ст. 55. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2079-20#Text> (дата звернення: 06.01.2025).

13. Про схвалення Стратегії зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 серп. 2019 р. № 688-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 11.01.2025).

14. Третяк А. М., Третяк В. М., Прядка Т. М., Третяк Н. А. Трансформація Закону України «про землеустрій»: проблеми і перспективи. *Ефективна економіка*. URL:

<https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/11646/1/%d0%a2%d1%80%d0%b0%d0%bd%d1%81%d1%84%d0%be%d1%80%d0%bc%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f%20%d0%b7%d0%b0%d0%ba%d0%be%d0%bd%d1%83%20%d0%a3%d0%ba%d1%80%d0%b0%d1%97%d0%bd%d0%b8.pdf> (дата звернення: 06.01.2025).

15. Третяк А. М., Третяк В. М. Концептуальні підходи землевпорядкування щодо відновлення та розвитку землекористування територіальних громад в Україні у післявоєнний період. *EDITORIAL BOARD*. С. 233. URL: https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=xr1pEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA233&ots=a2Ek5fWnw3&sig=7u-4r8Nic8WCJJkEmzyrKhmjK9Y&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (дата звернення: 06.01.2025).

Стаття надійшла 15.02.2025

КОНСОЛІДАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИРОДНИХ ЛАНДШАФТІВ

Н. Стойко, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-8851-9821

О. В. Черечон, аспірант

ORCID ID: 0009-0004-2654-4978

О. І. Черечон, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0001-9423-5369

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.103>

Стойко Н., Черечон О. В., Черечон О. І. Консолідація земель як інструмент землеустрою для збереження природних ландшафтів

В Україні серйозною екологічною проблемою є значна втрата біологічного і ландшафтного розмаїття, зумовлена високим антропогенним навантаженням та воєнними діями. У контексті сталого розвитку прийнято низку нормативно-правових актів щодо сприяння збереженню середовищ існування і ландшафтів через збільшення площі земель з природною рослинністю. Важливе значення для цього має землеустрій, який забезпечує розробку і здійснення системи заходів для збереження природних ландшафтів, захисту земель від деградації, запобігання іншим негативним явищам. Дієвим інструментом впровадження таких заходів може бути консолідація земель, як спосіб перерозподілу земельної власності та ділянок для оптимізації структури земельних угідь і підтримки екологічної стійкості територій. У цій статті досліджується взаємозв'язок між консолідацією земель і проєктуванням територій екологічної мережі на землях сільськогосподарського призначення приватної власності з ознаками деградованості або малопродуктивності. На прикладі земельних масивів у межах Розвадівської територіальної громади Львівської області запропоновано два сценарії проєктування територій екологічної (Смарагдової) мережі з використанням majority-based land consolidation і mandatory land consolidation – це дозволить проводити не тільки добровільний, а й обов'язковий обмін земельними ділянками. Ці форми консолідації потребують надійних владних інституцій та відповідної правової бази, щоб забезпечувати гарантії для захисту земельних прав залучених землевласників і землекористувачів під час процесу перерозподілу земель. Предумовою mandatory land consolidation є наявність резервної землі (земельного банку). Також під час консолідації земель потрібно проводити консультації з усіма зацікавленими сторонами. Вважаємо, що інтеграція практик охорони і відновлення природних угідь у процес консолідації земель має вагоме значення для сталого управління земельними ресурсами і забезпечення довгострокового збереження екосистем.

Ключові слова: перерозподіл землі, землеустрій, екологічна мережа, деградовані та малопродуктивні ґрунти, відновлення природних угідь.

Stoiko N., Cherechon O. V., Cherechon O. I. Land consolidation as a land management tool for preserving natural landscapes

In Ukraine, a significant environmental challenge is the considerable loss of biological and landscape diversity, driven by intense anthropogenic pressure and military activities. To promote the conservation of habitats and landscapes within the framework of sustainable development, several regulatory and legal measures have been enacted aimed at expanding areas of land covered by natural vegetation. Effective land management plays a crucial role in this context, as it facilitates the implementation of strategies designed to preserve natural landscapes, protect land from degradation, and mitigate other adverse phenomena. One effective tool for implementing such strategies is land consolidation, which involves restructuring land ownership and plots to optimize land use and support the ecological sustainability of various areas. This article explores the connection between land consolidation and the design of ecological network territories on privately owned agricultural land exhibiting signs of degradation or low productivity. Using the Rozvadiv territorial community in Lviv region as a case study, two scenarios for designing ecological (Emerald) network territories have been proposed, using majority-based land consolidation and mandatory land consolidation. This dual approach allows for both voluntary and mandatory land exchanges. However, these consolidation forms necessitate reliable government institutions and an appropriate legal framework to ensure the protection of the rights of landowners and users involved in the land redistribution process. A key requirement for mandatory land consolidation is the availability of reserve land (land bank). Moreover, land consolidation must involve consultations with all stakeholders. The authors emphasize that incorporating natural land conservation and restoration practices into the land consolidation process is vital for achieving sustainable land management and ensuring the long-term preservation of ecosystems.

Keywords: land redistribution, land management, ecological network, degraded and low-productive soils, restoration of natural lands.

Постановка проблеми. У сучасному землекористуванні України все більше акцентується увага на екологічних проблемах, таких як деградація земель, забруднення ґрунтів і водойм, втрата біологічного і ландшафтного розмаїття. Ці проблеми зумовлені високим антропогенним навантаженням на довкілля [7], а також воєнними діями внаслідок російської агресії [19]. Для врегулювання екологічної ситуації в Україні прийнято низку нормативно-правових актів [13–15], стратегічними цілями і завданнями яких є сприяння сталому розвитку й ефективному використанню природних ресурсів, запобігання втраті біорозмаїття, поліпшення екосистемних послуг, збереження середовищ існування і ландшафтів. Реалізація цих стратегій ґрунтується на участі багатьох зацікавлених сторін і їх скоординованій взаємодії, а також поєднанні інтегрованого й системного підходів до формування різних політичних рішень щодо сталого розвитку територій. Важливе значення для такої моделі розвитку належить землеустрою, який забезпечує розробку і здійснення системи заходів для збереження природних ландшафтів, відновлення та підвищення родючості ґрунтів, рекультивациі земель, захисту земель від деградації, запобігання іншим негативним явищам [12; 16]. Дієвим інструментом впровадження заходів із землеустрою може бути консолідація земель, як спосіб перерозподілу земельної власності та ділянок для зменшення фрагментації земель, оптимізації структури земельних угідь, покращання інфраструктури, підтримки екологічної стійкості територій [8; 18].

У нашій державі процес консолідації земель не закріплений на законодавчому рівні, проте він є невід’ємною умовою набуття Україною членства в Європейському Союзі, а тому викликає зацікавленість у науковців і практиків. На сучасному етапі реформування земельних відносин у рамках вільного ринку землі відбувається обговорення законодавчих ініціатив, що стосуються консолідації земель. Виникає багато дискусійних питань, насамперед щодо правового врегулювання процесу консолідації, проте очевидно, що такий інструментарій необхідний для вирішення проблеми не тільки парцеляції земель сільськогосподарського призначення, а й урегулювання земельно-майнових питань під час реконструкції і будівництва об’єктів інфраструктури, формування територіальних природних систем [5; 9]. У цьому контексті дослідження консолідації земель з метою поєднання сільсь-

когосподарської продуктивності й екологічної стійкості територій набувають актуальності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У багатьох країнах консолідація земель є політичним інструментом управління земельними ресурсами для відродження сільських територій та врегулювання конфлікту між економічним розвитком і збалансованим землекористуванням. Сучасна консолідація ґрунтується на комплексному, цілеспрямованому, партисипативному, інклюзивному підходах і охоплює завдання таких напрямів: природа, сільське господарство, управління водними і лісовими ресурсами, туризм, розвиток сільської місцевості. Процес консолідації стає гнучким і швидким, перейшов на вищий рівень участі зацікавлених сторін, все частіше використовує волонтерський підхід та має високоякісну технологічну підтримку (електронне врядування, ГІС-системи, цифрові акти) [27; 29]. Значна увага під час сучасної консолідації земель приділяється комплексному підходу, оскільки дослідження свідчать, що укрупнення земельних ділянок суто для сільськогосподарських цілей часто призводить до негативних екологічних наслідків: зменшується розмаїття сільськогосподарських культур, через що відбувається виснаження ґрунтів; зникають важливі ландшафтні елементи (поодинокі дерева, живоплоти, чагарники, водно-болотні угіддя), внаслідок чого відбувається ерозія ґрунтів і втрата біорозмаїття [33; 35].

Вимогою європейської екологічної політики є збереження біологічного і ландшафтного розмаїття через створення екологічних мереж. У країнах Європейського Союзу це мережа охоронних ділянок *Natura 2000* [21], в Україні – Смарагдова мережа як частина всеєвропейської екологічної мережі [22]. Деякі зарубіжні дослідження свідчать, що з допомогою консолідації земель можна вирішувати питання впровадження заходів для збільшення площі природних угідь у сільській місцевості з метою забезпечення цілісності екологічної мережі [32; 34]. У наукових працях вітчизняних учених дослідження природоохоронних аспектів консолідації земель незначні [3; 31]. Проте вважаємо, що вітчизняні норми щодо консолідації земель повинні визначати процедури, орієнтовані на збереження й відновлення природних ландшафтів як простору для біологічного розмаїття. Саме ці питання будуть розглянуті у нашому дослідженні.

Постановка завдання. Наше завдання – дослідження взаємозв'язку між консолідацією земель і проектуванням територій екологічної мережі на землях сільськогосподарського призначення.

Виклад основного матеріалу. Екологічна мережа – це впорядкована система територій і об'єктів природно-заповідного фонду, а також територій з лісовими, чагарниковими, водноболотними та іншими угіддями й водними об'єктами, які мають екологічну цінність для збереження біологічного і ландшафтного розмаїття. Відповідно до законодавства в Україні проєктуються місцеві та регіональні екологічні мережі, що формують Національну екологічну мережу, яка має поєднуватися з екологічними мережами суміжних країн і займати до 40 % території держави за рахунок збільшення площі земель з природною рослинністю (табл. 1) [4; 11]. Оскільки територія України характеризується високим

ступенем сільськогосподарського освоєння (до 70 %), що спричинило масштабну деградацію земель сільськогосподарського призначення [2], то збільшення площі природних ландшафтів можливе за рахунок ренатуралізації сільськогосподарських угідь із деградованими і малопродуктивними ґрунтами.

Для дослідження вибрано земельні масиви в межах Розвадівської територіальної громади Львівської області, які рекомендовано включити до Смарагдової мережі України як території особливого природоохоронного інтересу (*Areas of Special Conservation Interest, ASCI*) [22]. Ці масиви розташовані в долині р. Дністер і визначаються як важливі екосистеми для міграції птахів і їх відпочинку під час сезонних міграцій, також тут зустрічаються популяції рідкісних червонокишечних земноводних (*B. variegata*, *T. Montandoni*, *M. Alpestris*). Значна частина долини та її схилів представлена агроландшафтами (рис. 1).

Таблиця 1

Завдання та індикатори Цілі 15 «Захист та відновлення екосистем суші»
(складено на основі [4; 20])

Завдання	Індикатор	
	2023	2030
Площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду, тис. га	4183,71	7500,00
Лісистість території країни, %	15,9	17,5

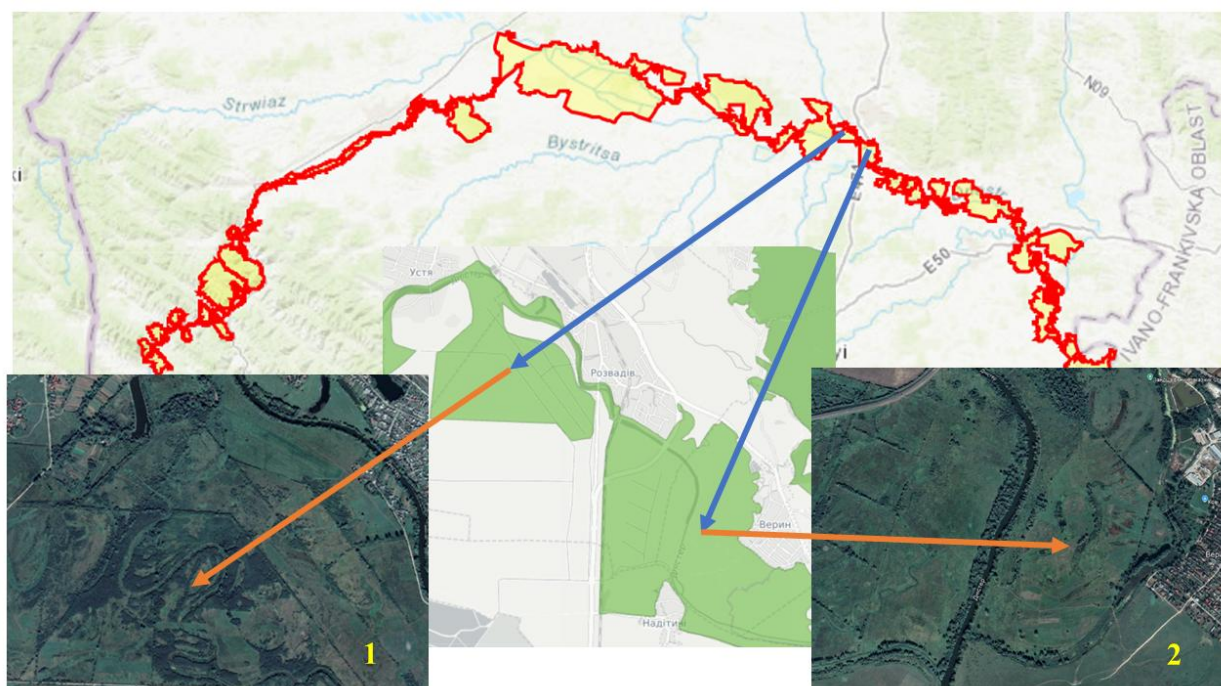


Рис. 1. Земельні масиви в межах Розвадівської територіальної громади, які рекомендовано включити до Смарагдової мережі України: 1 – біля с. Розвадів; 2 – біля с. Верин (сформовано авторами з використанням [22; 25; 26])

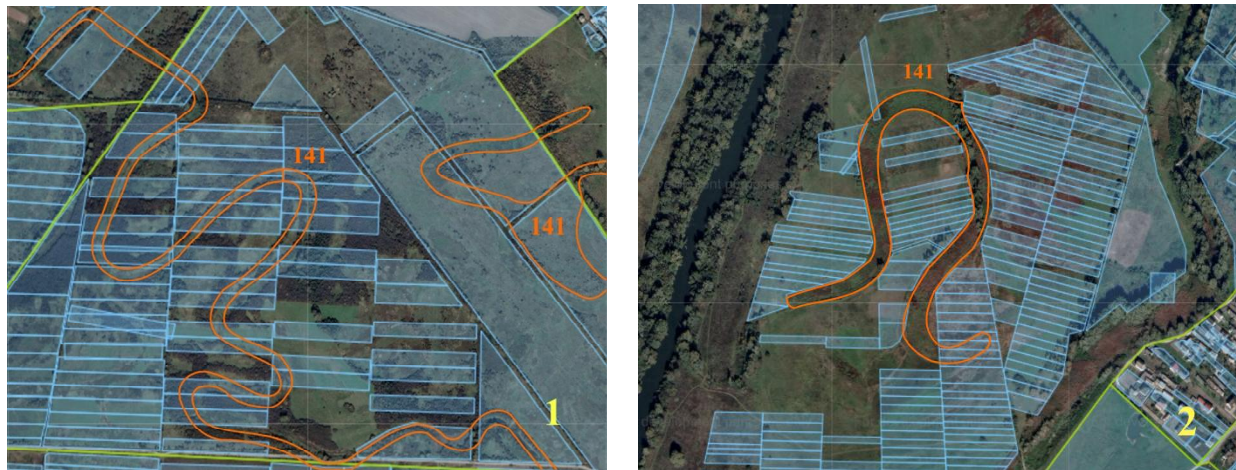


Рис. 2. Кадастровий поділ масивів, які рекомендовано включити до Смарагдової мережі України:
1 – із заплавними болотними неосушеними ґрунтами (141) біля с. Розвадів; 2 – із заплавними болотними неосушеними ґрунтами (141) біля с. Верин (сформовано авторами з використанням [25])

У результаті аналізу земельного покриття модельних масивів (з використанням космознімків, топографічних карт та планів агропромислових груп ґрунтів) встановлено: угіддя – пасовище; рельєф – рівнинний із слабонахиленими схилами до 3 °; рослинність – заплавна лучна, частково чагарникова й деревна; ґрунти – заплавні болотні неосушені (141), дернові супіщані на алювіальних відкладах (176), заплавні дернові глейові на сучасному алювії (178), заплавні дернові карбонатні глейові на сучасному алювії (181); відбуваються процеси заліснення. Аналіз кадастрових даних свідчить про наявність земельних ділянок приватної власності із цільовим використанням – ведення товарного сільськогосподарського виробництва (рис. 2). Земельні ділянки приватної власності частково розміщені на заплавних болотних неосушених ґрунтах (141), які є малопродуктивними і їх рекомендується відводити під ренатуралізацію – повернення до природного стану (у даному випадку це водно-болотні угіддя) [6].

Сільськогосподарські угіддя з малопродуктивними ґрунтами, що рекомендовані під ренатуралізацію, можуть бути включені у структуру екологічної мережі як відновлювальні території і їхнє першочергове завдання – забезпечити формування просторової цілісності екологічної мережі [11]. Проектування екологічних мереж інтегровано в процеси просторового планування, складовою якого є ландшафтне планування – ключовий інструмент для забезпечення екологічно оптимального просторового розташування угідь і функціонального землекористування з метою збереження природи і

керування ландшафтом [17]. На місцевому рівні (на рівні громад) у комплексному плані просторового розвитку території громади розробляються рішення щодо визначення територій для заповідання, заліснення, ренатуралізації і відновлення торфовищ, водно-болотних, лучних, степових та інших цінних природних екосистем. Реалізація цих рішень можлива через заходи, які розробляються у проєктах і робочих проєктах землеустрою. У випадку, коли відновлювальні території чи території інших структурних елементів екологічної мережі знаходяться на землях сільськогосподарського призначення приватної власності, консолідація земель може стати інструментом, який дозволить формувати сталий агроландшафт, базуючись на концепції балансу сільськогосподарського і природоохоронного землекористування. Основна ціль такої консолідації – провести перерозподіл земельних ділянок, щоб забезпечити біологічне і ландшафтне розмаїття сільських територій через диверсифікацію сільськогосподарського землекористування та відновлення деградованих земель для створення нових природних осередків.

Особливістю консолідації земель для природоохоронних цілей є те, що інтереси приватних власників ділянок підпорядковані суспільним інтересам. Поки що законодавство України не передбачає викупу чи обміну земельних ділянок, включених до екологічної (Смарагдової) мережі. Ці норми прописані тільки для земель і об'єктів природно-заповідного фонду [10]. Проте очевидно, що для збереження цінної флори і фауни на територіях екологічної (Смарагдової) мережі сільськогосподарська діяльність має бути

обмежена або припинена. У разі формування екологічної мережі за рахунок приватних земельних ділянок сільськогосподарського призначення можна застосувати консолідацію земель на основі більшості (*majority-based land consolidation*) або обов'язкову консолідацію земель (*mandatory land consolidation*), де план консолідації земель затверджується компетентним державним органом і є частиною стратегії розвитку регіону чи громади. Недоліками такої консолідації є те, що це тривалий, трудомісткий, затратний процес, який також може викликати незгоду землевласників,

оскільки останні не мають права голосу під час обов'язкової консолідації, або думка меншості власників, які проти, не враховується під час консолідації земель на основі більшості [30].

Для проєктування територій екологічної мережі у межах модельних масивів пропонується два сценарії (табл. 2):

Сценарій № 1. Створення на землях із заплавними болотними неосушеними ґрунтами (141) інтерактивних елементів – лінійних ареалів, зайнятих природною або близькою до неї рослинністю, які відгалужуються від екологічного ядра

Таблиця 2

Основні характеристики консолідації земель під час проєктування територій екологічної мережі за рахунок земель сільськогосподарського призначення (складено на основі [27; 28; 30])

Консолідація земель на основі більшості (сценарій № 1)	Обов'язкова консолідація земель (сценарій № 2)
Підхід	
На основі згоди більшості власників земельних ділянок (за кількістю чи площею) із системним підходом.	На основі рішення уповноваженого органу державної влади із кількома цілями і системним підходом.
Мета	
Переважно поліпшення структури сільськогосподарського землекористування у поєднанні з державними цілями щодо управління водними / лісовими ресурсами, розвитку інфраструктури тощо.	Поєднання державних і приватних цілей, що стосуються охорони / відновлення природи, управління водними / лісовими ресурсами, поліпшення сільськогосподарських угідь, розвитку інфраструктури і рекреації тощо. Державні цілі домінують, що зумовлює обов'язковий характер консолідації.
Ступінь участі	
Задіяні всі землевласники і всі земельні ділянки в межах території проєкту консолідації земель.	Задіяні всі землевласники і всі земельні ділянки в межах території проєкту консолідації земель, а також інші зацікавлені сторони.
Відповідальна організація	
Третя сторона, переважно державна землевпорядна організація. Власники земельних ділянок голосують за / проти початку проєкту консолідації земель або схвалюють / не схвалюють план перерозподілу земель більшістю голосів.	Компетентний державний орган, який затверджує проєкт консолідації земель / план перерозподілу земель, а землевласники не мають права голосу. Зазвичай процедура передбачає консультації із зацікавленими землевласниками та іншими зацікавленими сторонами.
Правова основа	
Процедура ґрунтується на спеціальному законодавстві, що стосується питань ідентифікації і врегулювання прав на землю у рамках консолідації земель. Правова база повинна захищати права землевласників і забезпечувати об'єктивну основу для дотримання принципу «принаймні не гірше за попередній стан».	Процедура ґрунтується на спеціальному законодавстві, яке лежить в основі принципів інтегрованого управління, забезпечує достатні гарантії для всіх землевласників та зацікавлених сторін, а також несе відповідальність уряду за впровадження проєкту консолідації земель. Може бути запроваджена експропріація в інтересах освоєння земель для плану репланування.
Результат	
Значні поліпшення сільськогосподарської інфраструктури і реалізовані окремі потреби місцевого розвитку (поліпшення ландшафту, створення умов для рекреації тощо), проте є деякі невизначеності через систему голосування.	Створення економічно стійкого аграрного сектору водночас із реалізацією державних завдань у сільській місцевості (формування екологічної мережі, збереження водно-болотних угідь, нейтральна деградація земель, удосконалення інфраструктури тощо).

(біоцентру) або екологічного коридору (біоко-ридору) і виконують функцію поширення їх дії на прилеглі геотопи ландшафту [1]. У даному випадку це може бути відгалуження від екологічного коридору, функцію якого буде виконувати прибережна захисна смуга р. Дністер. Інші землі сільськогосподарського призначення приватної власності будуть включені до екологічної мережі як буферні території, які забезпечують захист ключових і сполучних територій від зовнішніх негативних впливів. Для цього сценарію можна використати консолідацію земель на основі більшості.

Сценарій № 2. Створення на землях сільськогосподарського призначення приватної власності екологічного ядра (біоцентру) – замкненої ділянки з природною або близькою до неї рослинністю, ціллю якої є збереження генофонду ландшафту [1]. У цьому випадку це включення всіх земельних ділянок у межах масивів до екологічного ядра (біоцентру) для збереження та відновлення водноболотних угідь, які мають велику екосистемну цінність [22]. Для цього сценарію можна використати обов'язкову консолідацію земель.

Щоб реалізувати природоохоронні цілі через формування екологічних мереж (насамперед створення екологічних коридорів та відновлювальних територій за рахунок земель сільськогосподарського призначення), передумовою обов'язкової консолідації земель є наявність резервної землі у так званому земельному банку. Земельний банк, як державна установа, за потреби купує, продає або здає в оренду землі сільськогосподарського призначення для підтримки і сприяння реалізації проєктів багатоцільової консолідації земель. У таких ситуаціях інструмент земельного банку сприяє тому, що землевласники у процесі консолідації земель можуть отримати не грошову компенсацію, а іншу земельну ділянку [28]. Ключовими принципами консолідації земель на основі більшості або обов'язкової консолідації земель є прозорість і участь землевласників та зацікавлених сторін. Такі форми консолідації вимагають великих гарантій для залучених власників земельних ділянок і повинні відповідати принципам добровільних рекомендацій щодо відповідального управління володінням землею, рибальством і лісами в контексті національної продовольчої безпеки [23].

Висновки. В Україні для збереження й відновлення ландшафтного та біологічного розмаїття необхідно проєктувати структурні елементи екологічної мережі, особливо сполучні та відновлювальні території, які дозволяють забезпечити цілісність екологічної мережі та зменшити

фрагментацію природних місць оселення рослин і тварин. Через високу сільськогосподарську освоєність території цей процес вимагає залучення сільськогосподарських угідь передусім із деградованими чи малопродуктивними ґрунтами, які в минулому були розпайовані та передані у приватну власність. У цьому контексті консолідація земель може стати дієвим інструментом під час розробки і здійснення системи заходів із землеустрою для збереження природних ландшафтів та відновлення природних угідь. Оскільки природоохоронні цілі переважно відповідають суспільним інтересам, то рекомендується в Україні запровадити форми мажоритарної та обов'язкової консолідації земель, що дозволить проводити не тільки добровільний, а й обов'язковий обмін земельними ділянками. Ці форми потребують надійних владних інституцій та відповідної правової бази, щоб забезпечувати гарантії для захисту земельних прав залучених землевласників та землекористувачів під час процесу перерозподілу земель. Також ці форми консолідації земель обов'язково передбачають консультації з усіма зацікавленими сторонами. Інтеграція практик охорони і відновлення природних угідь у процес консолідації земель має вагоме значення для сталого управління земельними ресурсами і забезпечення довгострокового збереження екосистем.

Бібліографічний список

1. Гродзинський М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: монографія: у 2 т. Київ: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2005. Т. 2. 503 с.
2. Гусарова А. Ми їх втрачаємо! Ґрунти України бідніють і деградують. 2024. URL: <https://supragronom.com/articles/727-mi-yih-vtrachayemo-grunti-ukrayini-bidniyut-i-degraduyut> (дата звернення: 19.01.2025).
3. Жовтоног О., Поліщук В., Чорна К. Консолідація земель і створення організацій водокористувачів для сталого використання і відновлення зрошення. *Економіка природокористування і сталий розвиток*. 2020. № 7. С. 92–102.
4. Завдання та індикатори досягнення Цілей сталого розвитку в Україні на період до 2030 року. 2024. 11 с.
5. Законопроект про консолідацію ринку землі – п'ятнадцять основних положень документа. URL: <https://agropolit.com/spetsproekty/1033-zakonoproekt-pro-konsolidatsiyu-rinku-zemli-pyatnadtsyat-osnovnih-polojen-dokumentu> (дата звернення: 08.01.2025).
6. Науково-методичні рекомендації щодо консервації деградованих, малопродуктивних та техногенно забруднених земель з метою запобігання їх виснаження / за ред. д-ра с.-г. наук, професора, академіка НААН Камінського В. Ф. Вінниця: ТВОРИ, 2022. 144 с.
7. Нестер А. А., Романішина О. В. Сучасні екологічні проблеми України та світу. *Actual problems of modern science: International Conference «X Ukrainian-*

Polish Scientific Dialogues», 11–15 June 2024. Khmelnytskyi; Bydgoszcz, 2024. P. 631–640.

8. Попов А. С. Землеустрій – основний механізм проведення консолідації земель сільськогосподарського призначення. *Агросвіт*. 2016. № 10. С. 12–16.

9. Попов А. С. Створення парадигми консолідації земель сільськогосподарського призначення в Україні. *Економічний вісник Національного гірничого університету*. 2016. № 2 (54). С. 61–67.

10. Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності: Закон України від 17.11.2009 р. № 1559-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1559-17#Text> (дата звернення: 08.01.2025).

11. Про екологічну мережу: Закон України від 24.06.2004 р. № 1864-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1864-15/conv> (дата звернення: 04.01.2025).

12. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> (дата звернення: 04.01.2025).

13. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 19.01.2025).

14. Про схвалення Концепції боротьби з деградацією земель та опустелюванням: розпорядження Кабінету Міністрів України від 22.10.2014 р. № 1024-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014-%D1%80#Text> (дата звернення: 19.01.2025).

15. Про схвалення Стратегії розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025–2027 роках: розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.11.2024 р. № 1163-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1163-2024-%D1%80#Text> (дата звернення: 19.01.2025).

16. Стратегічні напрями земельної політики в Україні до 2030 року / А. М. Третяк, В. М. Третяк, Т. М. Прядка, Н. О. Капінос, Н. А. Третяк. *Економіка та держава*. 2021. № 8. С. 28–36.

17. Територіально-просторове планування землекористування: навч. посіб. / за заг. ред. проф. А. М. Третяка. Біла Церква: Білоцерківдрук, 2022. 16 с.

18. Томас Й. Землеустрій і консолідація земель на сільських територіях Німеччини. Київ; Ніжин: Видавець Лисенко М. М., 2021. 42 с.

19. Шевченко О., Пронь О., Чеботарьова І. Вплив повномасштабних бойових дій на стійкість територій до кліматичних змін. *Економіка та суспільство*. 2024. № 67. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-67-106>.

20. 17 цілей, щоб змінити наш світ. Індикатори для України. URL: <https://sdg.ukrstat.gov.ua/uk/> (дата звернення: 12.01.2025).

21. Bennett G., Mulongoy K. Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones / Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal, Technical Series No 23, 2006. 100 p.

22. Emerald Network – General Viewer. URL: <https://emerald.eea.europa.eu/> (дата звернення: 19.01.2025).

23. FAO. Voluntary Guidelines on the Responsible Governance of Tenure of Land, Fisheries and Forests in the Context of National Food Security: first revision. Rome, 2022. 52 p.

24. GEF Guidance Documents to Economic Valuation of Ecosystem Services in IW Projects. 2017. 166 p.

25. GISFile Available. URL: <https://gisfile.com/map/> (дата звернення: 19.01.2025).

26. Google Earth. URL: <https://earth.google.com/web/> (дата звернення: 19.01.2025).

27. Land Consolidation and Land Readjustment for Sustainable Development – the Issues to be Addressed / M. Louwsma et al. *Surveying the world of tomorrow: from digitalisation to augmented reality: proceedings of FIG working week 2017*, 29 May – 2 June 2017. Helsinki, Finland, 2017. 19 p.

28. Legal guide on land consolidation: Based on regulatory practices in Europe. FAO Legal Guide, No 3 / T. Veršinska et al. M. Rome, 2020. 192 p.

29. Li S., Song W. Research Progress in Land Consolidation and Rural Revitalization: Current Status, Characteristics, Regional Differences, and Evolution Laws. *Land*. 2023. Vol. 12. doi: <https://doi.org/10.3390/land12010210>.

30. Louwsma M., de Vries W., Hartvigsen M. Land Consolidation – the Fundamentals to Guide Practice. FIG report. Denmark, 2022. 78 p.

31. Malashevskiy M., Malashevskaya O. Land Consolidation Considering Natural Afforestation. *Geomatics and Environmental Engineering*. 2022. Vol. 16 (2). P. 5–19. doi: <https://doi.org/10.7494/geom.2022.16.2.5>.

32. Ružicková J., Miklošovičová A., Moravčíková Z. Ecological networks in Slovakia, particularities on the local level in land consolidation projects. *Journal of International Scientific Publication: Ecology & Safety*. 2010. Vol. 4 (2). P. 387–414.

33. Rybicki R. Environmental Effects of Reducing Land Fragmentation in Land Consolidation at West Roztocze at the Slope Scale. *Journal of Ecological Engineering*. 2021. № 22 (1). P. 241–249.

34. Territorial system of ecological stability as a part of land consolidations (cadastral territory of Galanta – Hody, Slovak Republic) / E. Kočíková, A. Diviaková, D. Kočícký, E. Belaňová. *Ekológia (Bratislava). Slovak Academy of Sciences*. 2018. № 37 (2). P. 164–182. doi: <https://doi.org/10.2478/eko-2018-0015>.

35. Zhang Z., Zhao W. Effects of land consolidation on ecological environment. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*. 2007. Vol. 23 (8). P. 281–285.

Стаття надійшла 15.02.2025

УДК 332.334.2:347.238.3] : 332.64

ПОРЯДОК ФОРМУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ДЛЯ ОСББ ТА ВНЕСЕННЯ ЇЇ ДО БАЗИ ДАНИХ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

Н. Шпик, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-8985-9203

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.110>

Шпик Н. Порядок формування земельної ділянки для ОСББ та внесення її до бази даних Державного земельного кадастру

Опрацьовано нормативно-правову базу щодо порядку формування земельної ділянки в межах населених пунктів, де, відповідно до Земельного кодексу України (ст. 38), до земель житлової та громадської забудови належать земельні ділянки, які використовуються для розміщення житлової забудови, громадських будівель і споруд, інших об'єктів загального користування.

Також відзначено, що використання цієї категорії земель здійснюється відповідно до генерального плану населеного пункту, іншої містобудівної документації, плану земельно-господарського устрою з дотриманням будівельних норм.

Згідно з чинним законодавством подано визначення понять «об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ)» та «прибудинкова територія (ПТ)», умови їх створення. Детально описані покрокове створення ОСББ та обмеження щодо його створення. Після цього ОСББ обов'язково потрібно зареєструвати як юридичну особу, що вимагається законом.

Важливим при дослідженні даної теми є формування права власності на землю ОСББ, оскільки воно дає гарантії невикористання земельної ділянки третіми особами, можливості контролювати використання землі, захист від будівництва тимчасових будівель і споруд без згоди, оренди земельної ділянки, паркування машин без дозволу тощо.

Описано процедуру оформлення документів, які необхідні при наданні дозволу ОСББ для виділення земельної ділянки. Розкрито порядок формування земельної ділянки на прикладі ОСББ «Чумацька 14» у м. Львові та внесення цієї ділянки до бази даних Державного земельного кадастру (ДЗК), а також подання документації із землеустрою на затвердження.

Проаналізовано багаторічну практику оформлення земельних ділянок біля багатоквартирних будинків для ОСББ і зроблено висновки, що не існує надійних гарантій і механізмів запобігання корупції у земельній сфері. Тому єдиний спосіб для безпеки прибудинкової території – виведення її з-під контролю чиновників. Але і це не дає впевненості і надійності.

Ключові слова: прибудинкова територія, база даних, реєстрація, об'єднання співвласників, право власності.

Shpik N. Procedure for the formation of a land plot for a housing cooperative and its registration in the State Land Cadastre

The regulatory and legal framework for the process of forming land plots within settlements has been reviewed. According to Article 38 of the Land Code of Ukraine, residential and public development lands include plots used for residential development, public buildings and structures, and other communal facilities.

This category of land must be used in accordance with the general plan of the settlement, other urban planning documentation, and the land management plan, while also complying with building regulations.

The definition of a housing cooperative (HC) and the adjacent territory (AT), along with the conditions for their establishment, is outlined in accordance with the Land Code of Ukraine. The step-by-step process for creating an association of co-owners of a multi-apartment building is described in detail, with a particular emphasis on the mandatory registration of the HC as a legal entity.

Establishing land ownership rights for housing cooperatives is crucial, as it ensures that third parties cannot use the land plot, allows for better control over land use, and protects against unauthorized constructions, land leasing, and illegal parking.

The procedure for preparing the necessary documents for obtaining permission for housing cooperatives to allocate land plots is described. An example is given using the housing cooperative “Chumatska 14” in Lviv, detailing the process of registering this plot in the State Land Cadastre database and the procedure for submitting land management documentation for approval.

The long-standing practice of registering land plots adjacent to apartment buildings for housing cooperatives has been analyzed, revealing that there are currently no reliable guarantees or mechanisms in place to prevent corruption within the land sector. Thus, the only way to ensure the security of the territory surrounding a building is to remove it from the control of officials, although this approach does not provide complete certainty or reliability.

Keywords: adjacent territory, database, registration, housing cooperative, property rights.

Постановка проблеми. Беручи до уваги правові основи земельного кадастру, перспективи його розвитку, принципи та методи використання земель, механізми регулювання відносин між власниками, користувачами і державними органами земельних ресурсів, нами було проведено дослідження передачі земельної ділянки в постійне користування об'єднанню співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ), зокрема внесення інформації про неї до бази даних Державного земельного кадастру (ДЗК). В Україні, а особливо у Львові, питання власності на земельні ділянки під багатоквартирними будинками є дуже актуальним. Власники квартир активно цікавляться можливістю оформлення земельних ділянок у власність або користування, оскільки це надає їм низку додаткових можливостей. Це робить об'єкт нерухомості більш привабливим для інвесторів, власники отримують більше можливостей для реконструкції будинку, добудови нових секцій, перепланування, можливість облаштування нової інфраструктури, що значно підвищує комфорт проживання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окреслену тематику вивчали В. В. Кочин, В. В. Сергієнко та інші науковці, які публікували результати своїх досліджень у наукових статтях. Але й сьогодні є низка проблем, які необхідно вирішувати, зокрема формування земельної ділянки для ОСББ та її реєстрація.

Постановка завдання. Відповідно до Конституції України, держава має забезпечити людині гідне життя. Сьогодні в Україні досить гостро постає питання якості житлово-комунальних послуг, які мають задовольнити потреби споживачів [5, с. 297–301]. Тому й постало питання регулювання відносин з надання житлово-комунальних послуг за допомогою створення ОСББ і надання їм земельних ділянок у власність або постійне користування з метою ефективного та якісного їх використання. Через значні прогалини й суперечності в законодавстві, що регулює порядок передачі земельної ділянки прибудинкової території у власність ОСББ, практика його застосування в різних містах України є вкрай нерівномірною.

Виклад основного матеріалу. Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку – це юридична особа, створена мешканцями багатоквартирного будинку для спільного управління й утримання будинку та прибудинкової території. Прибудинкова територія – це простір навколо багатоквартирного будинку, який має важливе значення для комфортного проживання мешканців.

Вона охоплює земельну ділянку, на якій розташований будинок, а також інші об'єкти, необхідні для його обслуговування, як-от: тротуари та проїзди, ігрові майданчики, озеленені зони, майданчики для паркування, сміттєзбірники, господарські будівлі та споруди. Тобто це територія, яка призначена для задоволення житлових, соціальних та побутових потреб мешканців.

Загальні умови та обмеження щодо створення ОСББ регламентуються положеннями статей 4, 5 та 6 Закону України «Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку» [3]. До таких умов та обмежень, зокрема, належать: обмеження щодо створення лише одного об'єднання в межах одного багатоквартирного будинку, вимога щодо ініціювання створення ОСББ лише власниками квартир та нежитлових приміщень, а також визначення можливості створення ОСББ внаслідок реорганізації житлово-будівельного кооперативу. На рис. 1 подано схему створення такого ОСББ.

Для функціонування ОСББ створюється ініціативна група, яка складається мінімум з трьох власників квартир або нежитлових приміщень і відповідає за такі ключові дії: отримання контактних даних співвласників, організація установчих зборів (визначення часу, дати, місця та питань для обговорення), інформування співвласників про ці збори та проведення письмового голосування, якщо на зборах не буде досягнуто необхідної більшості.

Згідно з процедурою, ініціативна група повинна щонайменше за два тижні до установчих зборів письмово проінформувати всіх співвласників. Спосіб інформування – особисте вручення повідомлення під розписку або відправлення рекомендованим листом.

Наступним кроком є проведення установчих зборів, де законодавством не передбачено вимоги щодо кворуму для проведення установчих зборів ОСББ. Збори вважаються скликаними за наявності навіть двох співвласників.

Далі відбувається реєстрація ОСББ як юридичної особи, що не має на меті отримання прибутку, тому процес його державної реєстрації регулюється Законом України «Про державну реєстрацію юридичних осіб, фізичних осіб – підприємців та громадських формувань» [2]. Щоб зареєструвати ОСББ, уповноважений представник подає державному реєстратору заяву про державну реєстрацію створення юридичної особи за формою, затвердженою Міністерством. Оскільки ОСББ не є платником податку на прибуток, у заяві на його державну реєстрацію можна одразу вказати про необхідність включення до Реєстру неприбуткових організацій, що звільняє від подання окремого запиту.



Рис. 1. Типова схема дій для створення ОСББ

Земельна ділянка, на якій розташований багатоквартирний будинок, є важливим елементом, що визначає права та обов'язки співвласників, її розміри та конфігурація визначаються на основі землепорядної документації. Згідно зі статтею 116 Земельного кодексу України, мешканці багатоквартирних будинків мають право на отримання земельної ділянки у постійне користування [1]. Це означає, що вони можуть користуватися цією ділянкою безстроково, але не володіти нею.

Для того щоб отримати дозвіл на оформлення земельної ділянки, необхідно:

- провести загальні збори співвласників багатоквартирного будинку;
- прийняти рішення про бажання отримати земельну ділянку у власність;
- відповідне рішення оформити протоколом;
- у протоколі вказати особу, яка буде відповідальною за процедуру оформлення прав на землю, як правило, це голова правління ОСББ.

Щоб отримати земельну ділянку у власність або користування, співвласники багатоквартирного будинку повинні звернутися з клопотанням до органу місцевої ради.

До клопотання необхідно додати такі документи:

- копію протоколу загальних зборів співвласників багатоквартирного будинку – це підтверджує рішення співвласників про отримання земельної ділянки;
- копію статуту ОСББ – це слугує підтверджувальним документом про правовий статус ОСББ;
- копію витягу з Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб – підприємців та громадських формувань – це підтверджує державну реєстрацію ОСББ;
- графічні матеріали, на яких зазначено бажане місце розташування та розмір земельної ділянки – це може бути викопіювання з

генерального плану населеного пункту або схема розташування ділянки;

– копію документа, що посвідчує особу (паспорт) голови правління ОСББ чи уповноваженої особи – це необхідно для ідентифікації особи, яка подає клопотання;

– копію правовстановлюючих документів на багатоквартирний будинок (документи, що підтверджують право власності на будинок). Потрібно пам'ятати, що цей перелік документів може варіюватися залежно від вимог місцевої ради, тому перед подачею клопотання варто уточнити повний перелік документів у місцевій раді, оскільки в окремих випадках може виникнути необхідність подати додаткові документи.

За результатами розгляду клопотання, рада повинна ухвалити одне з двох рішень: або надати дозвіл на розроблення проєкту землеустрою, або надати мотивовану відмову такого дозволу. У нашому випадку рішення є позитивним, отримано дозвіл на розроблення проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки для ОСББ «Чумацька 14» у м. Львові. Проєкт розроблений, і нам необхідно внести інформацію про земельну ділянку до бази даних Державного земельного кадастру, що дає можливість ідентифікувати новостворену земельну ділянку з присвоєнням їй кадастрового номера.

Після затвердження проєкту землеустрою необхідно провести реєстрацію права власності на земельну ділянку чи права постійного користування нею відповідно до Закону України «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень» від 01.07.2004 р. № 1952-IV [4]. Для реєстрації такого права надається такий перелік документів: заява, витяг з ДЗК, рішення місцевої ради про надання земельної ділянки, витяг або виписка з ЄДР, документ, що підтверджує повноваження представника заявника, і документ, що посвідчує особу представника, документ, що підтверджує внесення плати за надання витягу з

Державного реєстру речових прав на нерухоме майно, документ про сплату адміністративного збору.

Для вирішення цього завдання ми виконали спеціальні землевпорядні роботи, метою яких є формування земельної ділянки. Початком робіт є виконання топографо-геодезичного знімання, де необхідно правильно вивести межу земельної ділянки. Після знімання, яке погоджено, для ОСББ формується план земельної ділянки. На рис. 2 показано, що на території наявні такі мережі: каналізація (К), газопровід (Г), водопровід (В), лінії електропередачі, проте вони знаходяться трохи далі від ділянки.

Такий план земельної ділянки є завершенням робіт, які стосуються топографо-геодезичного знімання.

Наступним етапом є виготовлення проекту землеустрою для відведення ділянки згідно з цільовим призначенням 02.03 – для будівництва і обслуговування багатоквартирного житлового будинку. Для виготовлення цієї документації із землеустрою ми використовували програму Digitals. Програмний комплекс Digitals забезпечує повну автоматизацію геодезичних процесів, починаючи з опрацювання результатів польових вимірювань і закінчуючи формуванням обмінних файлів, кадастрових планів та технічної документації.

Насамперед у програмі формуємо In 4 файл, який містить у собі такі шари, як: In 4 квартал, In 4 ділянка, In 4 угіддя (рис. 3).

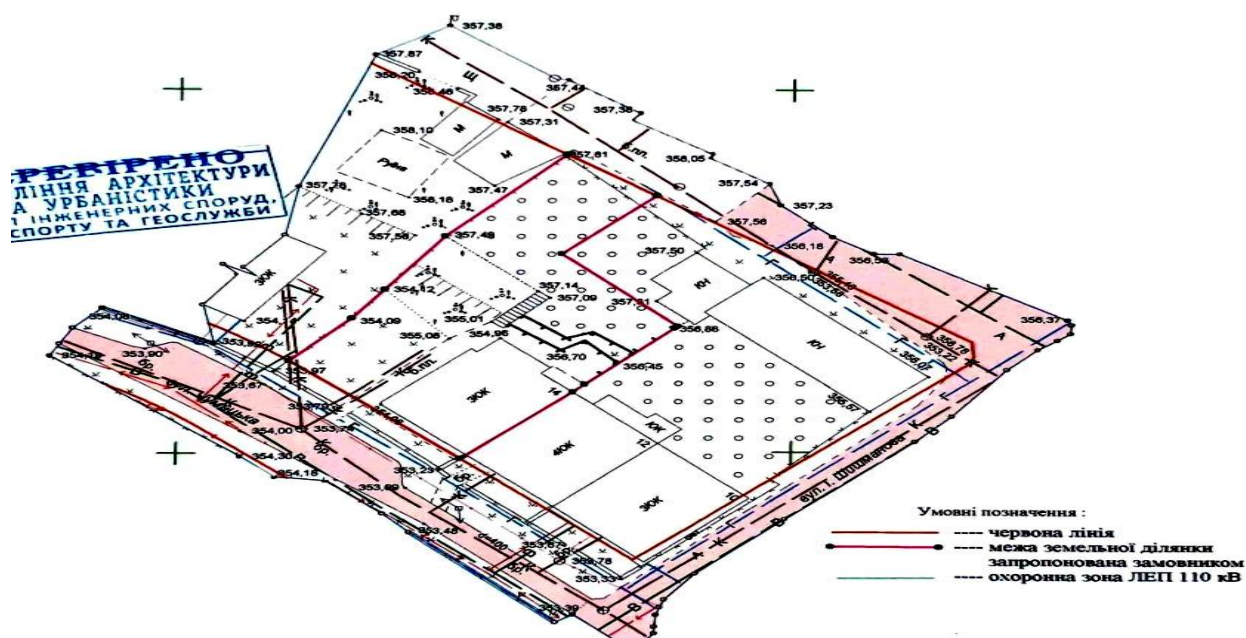


Рис. 2. Виведена межа із нанесеними мережами

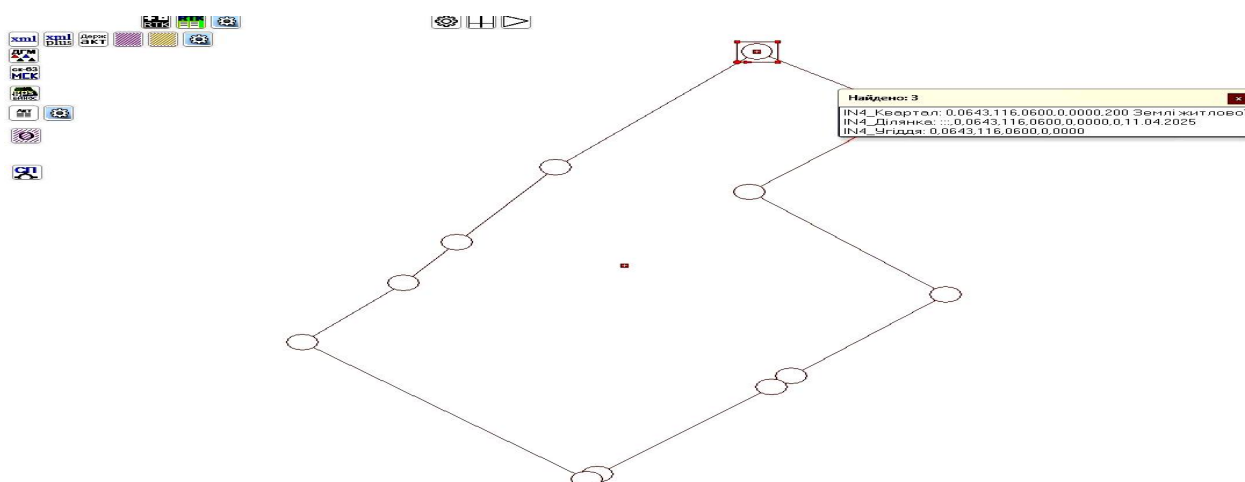


Рис. 3. Створення файлу IN4 для ОСББ

Наступним кроком є заповнення всієї необхідної інформації, яка буде внесена до бази даних ДЗК. Далі вибираємо систему координат СК-63 та починаємо вносити дані про земельну ділянку відповідно до виконаного топографо-геодезичного знімання. Насамперед заносимо суміжних землекористувачів (рис. 4).

Далі заповнюємо всі дані про земельну ділянку, а саме: адреса (Львівська область, Львівський район, місто Львів, вул. Чумацька, 14); цільове призначення земельної ділянки 02.03 Для будів-

ництва і обслуговування багатоквартирного житлового будинку; вид використання – повністю збігається з цільовим призначенням земельної ділянки; одиниці вимірювання – га; блок опису власників чи користувачів – записуємо дані про ОСББ (повна назва юридичної особи, юридична адреса, код ЄДРПОУ); вид технічної документації (у нашому випадку 004 – проєкт землеустрою щодо відведення земельної ділянки).

Наступна інформація подається щодо угідь, розміщених на земельній ділянці (рис. 5).

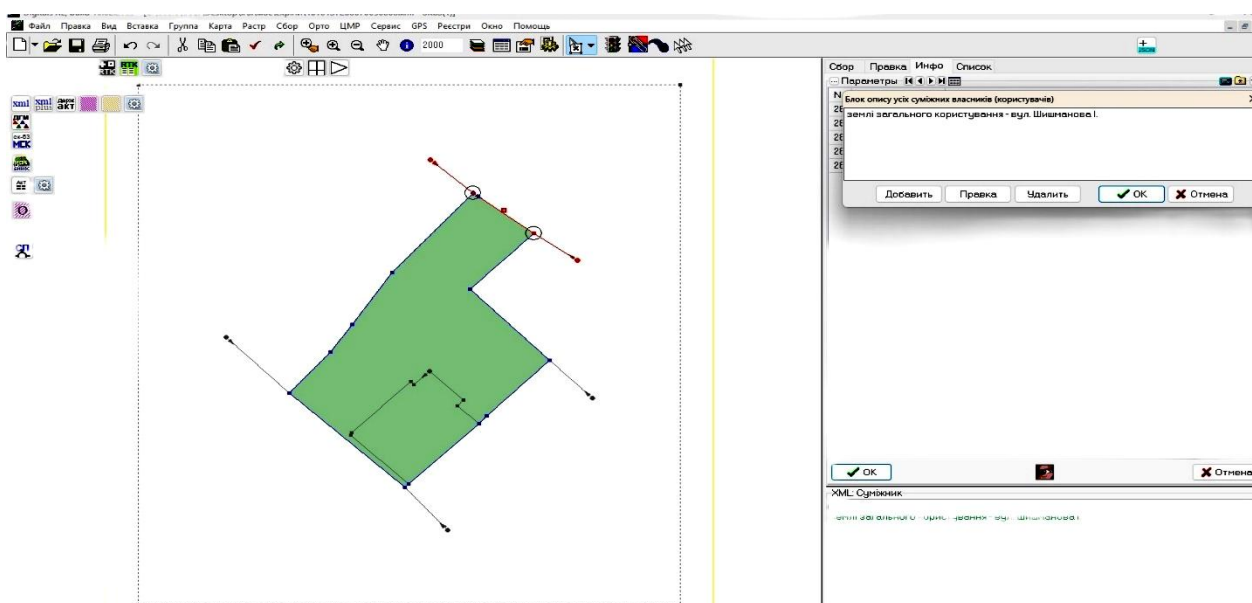


Рис. 4. Заповнення шару «Суміжні землекористувачі»

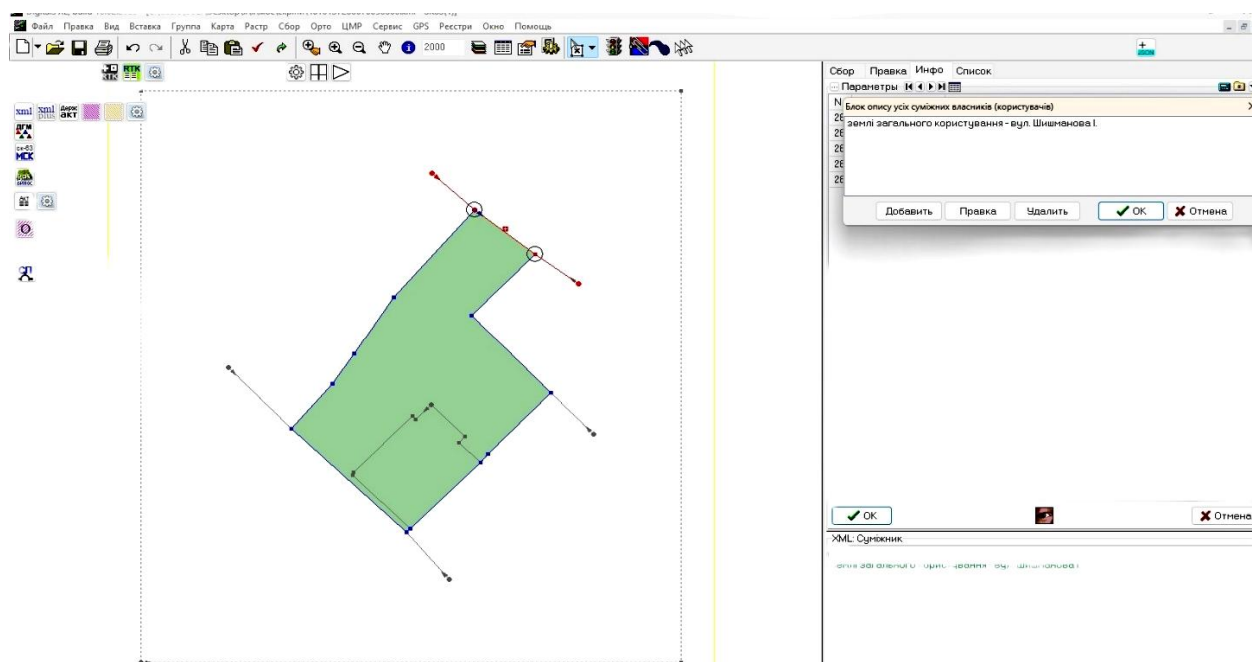


Рис. 5. Внесення інформації до шару «Угіддя»

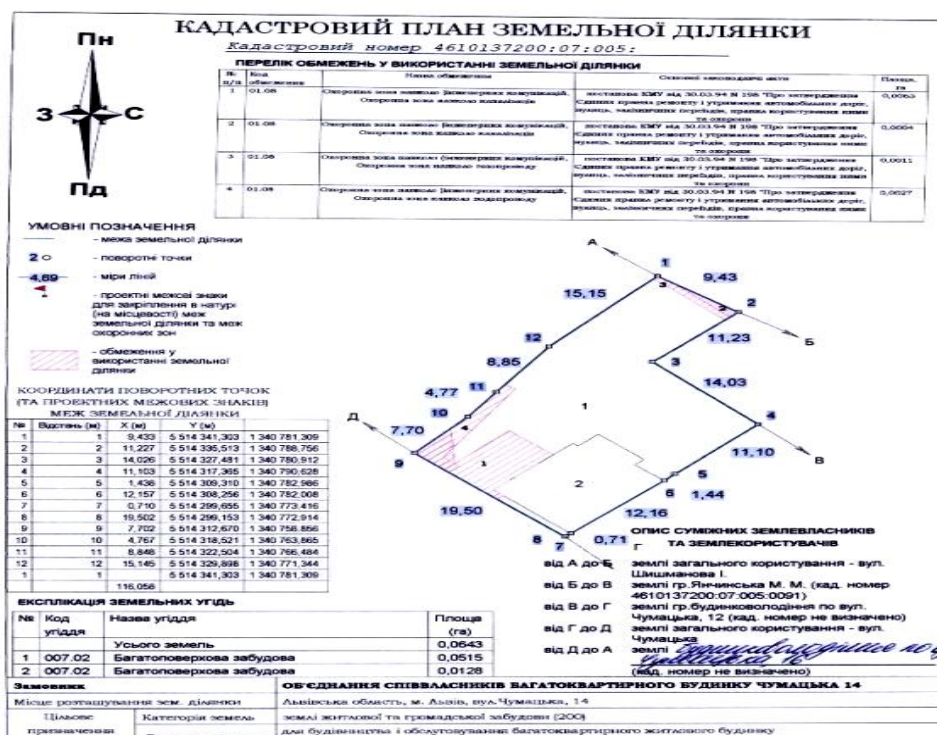


Рис. 6. Кадастровий план для ОСББ «Чумацька 14»

Заповнивши всю необхідну інформацію, починаємо формувати документацію в програмі Digitals. Насамперед формуємо схему прив'язки до геодезичних пунктів Державної геодезичної мережі. Усе створюється автоматично. Далі оформляємо акт встановлення та узгодження меж земельної ділянки, де зазначаємо сусідніх землекористувачів, які повинні погодити межі. Ще однією складовою проекту відведення є акт перенесення в натуру (на місцевість). Далі формується кадастровий план земельної ділянки (рис. 6).

Отже, після того як сформувавши проект відведення земельної ділянки, переходимо до надання ділянці кадастрового номера – унікального коду, що слугує для її ідентифікації та є незмінним протягом усього часу існування ділянки як єдиного цілого. Отримання кадастрового номера є підґрунтям для формування Поземельної книги на земельну ділянку та проведення її державної реєстрації. І на завершення – отримання витягу з Державного земельного кадастру.

Висновки. Проаналізовано основні стимули, що підштовхують ОСББ до процесу оформлення прав на прибудинкову територію. Описано основні нормативно-правові документи, які законно підтверджують порядок формування земельної ділянки для конкретних цілей, що дасть змогу співвласникам багатоквартирних будинків правильно використовувати території і здійснювати належний

контроль над ними.

Багаторічна практика оформлення земельних ділянок біля багатоквартирних будинків для ОСББ дає підстави для висновку, що не існує надійних гарантій і механізмів запобігання корупції в земельній сфері. Тому єдиний спосіб для безпеки прибудинкової території – виведення її з-під контролю чиновників.

Бібліографічний список

1. Земельний кодекс України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення: 12.01.2025).
2. Про державну реєстрацію юридичних осіб, фізичних осіб – підприємців та громадських формувань: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/755-15#Text> (дата звернення: 11.01.2025).
3. Про об'єднання співвласників багатоквартирного будинку: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2866-14#Text> (дата звернення: 11.01.2025).
4. Про реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень: Закон України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1952-15#Text> (дата звернення: 12.01.2025).
5. Сергієнко В. В. Правове регулювання діяльності ОСББ при наданні житлово-комунальних послуг. *Форум права*. 2014. № 4. С. 297–301. URL: <https://repository.hneu.edu.ua/bitstream/123456789/9634/1/%d0%a1%d0%b5%d1%80%d0%b3%d0%b8%d0%b5%d0%bd%d0%ba%d0%be.pdf> (дата звернення: 13.01.2025).

Стаття надійшла 18.02.2025

УДК 332.2:352.071(477.83)

ПЛАНУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД (НА ПРИКЛАДІ КОМАРНІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)

Г. Дудич, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-1604-6535

Львівський національний університет природокористування<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.116>

Дудич Г. Планування та організація використання земель територіальних громад (на прикладі Комарнівської територіальної громади)

Розглянуто особливості просторового планування територій як комплексного процесу, спрямованого на ефективне використання земельних ресурсів, забезпечення екологічної стійкості та сталого розвитку громад. Проаналізовано законодавчі аспекти планування використання земель, зокрема вимоги Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель», що передбачає запровадження комплексного плану просторового розвитку територій громад. Досліджено природно-ресурсний потенціал Комарнівської міської територіальної громади Львівської області, охарактеризовано її земельний фонд, рівень освоєності та екологічну стійкість території. Встановлено, що значну частину території громади займають сільськогосподарські угіддя (74,2 %), з яких 42,5 % розорані, а також лісгосподарські землі (15,1 % від загальної площі). Визначено основні екологічні проблеми громади, серед яких замулення річкових русел, розливи річок та застарілі меліоративні системи, що потребують реконструкції. Розраховано коефіцієнт екологічної стійкості території ($K_{ec.s} = 0,46$), що свідчить про її нестійко стабільний стан, а також коефіцієнт антропогенного навантаження ($K_{a.l} = 3,4$), який вказує на помірний рівень впливу господарської діяльності. Запропоновано комплекс заходів для підвищення ефективності просторового планування громади, серед яких: інвентаризація та паспортизація земельних ресурсів; вдосконалення інженерного облаштування території, зокрема реконструкція меліоративних систем; оновлення генеральних планів населених пунктів; створення умов для залучення інвесторів через реалізацію комерційних земельних ділянок на аукціонах; збільшення площ природних угідь для підвищення екологічної стійкості території. Обґрунтовано необхідність переходу до інноваційних моделей землекористування та запровадження агроландшафтного підходу до використання земель. Зазначено, що розробка комплексного плану просторового розвитку території сприятиме економічному зростанню громади, підвищенню її інвестиційної привабливості та екологічній стабільності.

Ключові слова: комплексний план просторового розвитку території територіальної громади, планування, організація використання земель, агроландшафтна організація території.

Dudych H. Planning and organizing land use of territorial communities (case of Komarno territorial community)

The features of spatial planning for territories are discussed as a complex process aimed at the efficient use of land resources, ensuring environmental sustainability, and promoting sustainable development within communities. The author analyzes the legislative aspects of land use planning, particularly focusing on the requirements outlined in the Law of Ukraine titled "On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine on Land Use Planning." This law mandates the creation of a comprehensive plan for the spatial development of community territories. The natural resource potential of the Komarno territorial community in Lviv region is examined, along with an assessment of its land resources, level of development, and environmental sustainability. It has been established that a significant portion of the community, specifically 74.2%, is classified as agricultural land, with 42.5% of this land being plowed. Additionally, forestry land accounts for 15.1% of the total area. The main environmental issues facing the community include river channel siltation, flooding, and outdated reclamation systems that require reconstruction. The coefficient of ecological sustainability for the territory ($K_{ec.s} = 0.46$) indicates an unstable ecological state, while the coefficient of anthropogenic load ($K_{a.l} = 3.4$) reflects a moderate level of impact from economic activities. The author proposes a series of measures to enhance the effectiveness of spatial planning within the community, including: conducting an inventory and certification of land resources; improving the engineering layout of the territory, specifically by reconstructing land reclamation systems; updating the master plans for settlements; creating opportunities to attract investors through the auction sale of commercial land plots; and increasing the area of natural lands to bolster the environmental sustainability of the community. Furthermore, the author advocates for a transition to innovative land use models and the adoption of an agro-landscape approach to land management. It is emphasized that developing a comprehensive plan for spatial development will foster economic growth, enhance investment attractiveness, and contribute to the environmental sustainability of the community.

Keywords: comprehensive plan of spatial development of a territorial community area, planning, organizing land use, agro-landscape organization of the territory.

Постановка проблеми. У результаті проведення адміністративної реформи виникли нові адміністративно-територіальні утворення – територіальні громади. Організація та планування територій новоутворених громад потребує нових підходів і методів управління земельними ресурсами. Для виконання цих завдань на національному рівні прийнято низку законодавчих актів, що регулюють це питання й розробку Комплексного плану просторового розвитку території громади. Проте вирішення поставленої проблеми потребує також наукового й теоретичного обґрунтування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми раціонального землекористування та їхні екологічні аспекти розглядають О. О. Костишин, Н. Є. Стойко, Р. М. Ступень, А. М. Третяк та інші науковці. Питання просторового планування при розробці комплексного плану територій територіальних громад розкривають у своїх працях Р. М. Ступень, О. І. Ступень. Організацію території сільськогосподарських підприємств на агроландшафтній основі запропонували вчені Н. М. Ступень, Н. Є. Стойко, О. Р. Баран, О. І. Ступень. Проте невирішеними і недостатньо обґрунтованими залишаються питання щодо просторового планування територій як комплексного процесу, спрямованого на ефективне використання земельних ресурсів, забезпечення екологічної стійкості та сталого розвитку конкретних громад з їх особливостями. Тож наша мета – дослідити особливості Комарнівської ТГ і на їх основі запропонувати шляхи вдосконалення землекористування.

Постановка завдання. Наше завдання – дослідження та обґрунтування заходів з планування та організації використання земель Комарнівської територіальної громади на основі аналізу наявного використання земель.

Виклад основного матеріалу. Просторове планування території – це комплексний процес, спрямований на ефективне використання земель, збереження природних ресурсів та збалансований розвиток громади. Основною його метою є чітке зонування території, де кожна ділянка має своє визначене призначення. Раціональне використання природних ресурсів є ключовим принципом просторового планування. Підвищення екологічної стійкості громади можливе внаслідок рекультивації порушених земель, збільшення площ природних кормових угідь і створення стійкого ландшафтного каркаса. Така інформація про територіальну громаду та необхідні заходи повинна міститися в

комплексному плані просторового розвитку території громади, де, окрім заходів з просторового планування та зонування різних категорій земель, будуть враховані особливості інженерного облаштування конкретної території.

Запровадження комплексного плану просторового розвитку території громади передбачено Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо планування використання земель». Цей документ визначає принципи планувальної організації, функціонального зонування території, формування системи громадського обслуговування, дорожньої та інженерно-транспортної інфраструктури, заходів з благоустрою, захисту населення та територій від природних і техногенних загроз, а також охорону земельних ресурсів та природного середовища. Крім того, він передбачає створення екологічної мережі, збереження культурної спадщини та традиційного вигляду населених пунктів, а також поетапну реалізацію запланованих заходів відповідно до генерального та детальних планів територій, що значною мірою сприяє сталому розвитку [4, с. 53].

Комарнівську міську територіальну громаду Львівської області було включено до Львівського району, утвореного у 2020 р. в процесі адміністративно-територіальної реформи. До складу цієї територіальної громади увійшли м. Комарно та 21 населений пункт. Сільське господарство в громаді значно поступається промисловості та іншим сферам економіки. Сприятливі умови для залучення інвесторів створює наявність земельних ділянок комунальної власності та вільних виробничих площ комунальної власності. Достатньо високим у Комарнівській територіальній громаді є рівень самозайнятості населення. Громада значно випереджає суміжні громади за кількістю фізичних осіб – підприємців (433 ФОПи).

Територія громади має значні площі сільськогосподарських угідь, рівень освоєності становить 74,2 %, а розораності – 42,5 %. Значну площу в структурі угідь мають лісгосподарські землі, їх площа становить 15,1 % від загальної площі території (рис.). Велика площа земель лісгосподарського призначення (держлісфонд) – 2835 га, що значною мірою підвищує екологічну стійкість території.

Результатом надмірного зволоження території, повільного підняття дна річок через його невинне замулення, недостатності берегових насипних валів є розливи річок на території громади. Територія громади характеризується значними площами сільськогосподарських земель з меліора-

тивними системами, які застаріли й потребують ремонту. Ці заходи вимагають також розробки відповідних просторово-планувальних рішень у комплексному плані просторового розвитку території.

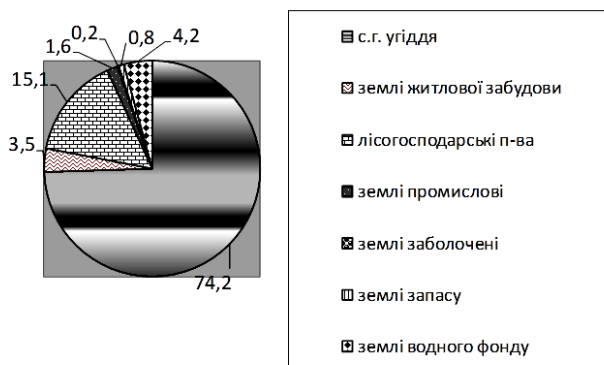


Рис. Розподіл земель Комарнівської територіальної громади

Розробка Комплексного плану просторового розвитку території Комарнівської територіальної громади сприятиме економічному зростанню, ефективному плануванню територій, залученню додаткових інвестицій та нових інвесторів. Це також допоможе підвищити економічний рейтинг громади серед інших громад Львівської області. Для розробки Комплексного плану просторового розвитку території Комарнівської громади протягом 2024–2027 рр. планується виділити 18000 тис. грн [3, с. 42].

Аналіз напрямів просторового планування Комарнівської міської територіальної громади та очікувані позитивні результати наведено в табл. 1.

Рациональне використання сільськогосподарських угідь передбачає облік корисних властивостей землі й особливостей ландшафту, зосередження уваги на підвищенні родючості ґрунтів, підтримці екологічного балансу і забезпеченні високої ефективності виробничої діяльності [1, с. 5].

Таблиця 1

Пріоритетні напрями розвитку просторового планування Комарнівської територіальної громади

Заходи	Очікувані результати
1. Інвентаризація земельних ресурсів.	1. Оптимізація управління ресурсами громади.
2. Запровадження заходів з інженерного облаштування та реконструкції меліоративних систем.	2. Рациональне планування просторового розвитку.
3. Складання комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади.	3. Підвищення ефективності планування та прогнозування.
4. Оновлення генеральних планів населених пунктів.	4. Збільшення інвестиційної привабливості.
	5. Сприяння паспортизації земель сільськогосподарського призначення.
	6. Реалізація комерційних земельних ділянок через аукціони.

Важливим механізмом формування системи рационального сільськогосподарського землекористування є землеустрій, прогнозування, планування, рациональне використання та охорона земель на національному, регіональному, місцевому та економічному рівнях. Територіальна організація сільськогосподарських підприємств, установ та організацій має на меті створення просторових умов для еколого-економічної оптимізації використання та охорони сільськогосподарських земель, впровадження прогресивних форм організації управління землекористуванням, поліпшення структури та облаштування земель, посівних площ, системи сівозмін. При цьому управління земельними ресурсами одночасно виступає і як інструмент, що забезпечує взаємодію між основними компонентами системи землекористування, і як система відповідних заходів.

Перехід землекористування до інноваційних моделей розвитку дуже важливий. Ця модель

повинна включати в себе комплексний науково-технічний процес, який ретельно контролюється від початку дослідження теми до практичної реалізації всіх етапів науково-технічного розвитку. Крім того, необхідно створити інноваційні ланцюги поставок для ефективного сприяння землекористуванню та охороні природи.

Організація агроландшафту стоїть перед важким вибором: вибір варіанта економічного розвитку чи екологічного збереження. Дані, які отримали в результаті дослідження взаємозв'язку між економічною ефективністю та збільшенням врожайності і площі ріллі та коефіцієнтом екологічної стабільності, показали, що ефективність збільшується, проте знижується коефіцієнт екологічної стабільності, а отже, є ймовірність поширення ерозійних та інших негативних процесів [2, с. 94–95].

Для агроформувань у межах Комарнівської територіальної громади організація використання

земель на агроландшафтній основі є особливо актуальною, зважаючи на стан земель, розмаїття ґрунтів і наявність меліорованих земель. Загалом, агроландшафтна організація підприємств полягає в складанні частин і елементів проекту землеустрою, а на останньому етапі впорядковується найнижча таксономічна одиниця, або фація (агротехнічно однорідна робоча ділянка) [2].

Екологічна стійкість певної території залежить від наявності площ природних угідь, що якнайменше піддані антропогенній діяльності. Екологічна стабільність території встановлюється за допомогою коефіцієнта екологічної стабільності

($K_{ек.ст}$). Якщо $K_{ек.ст} < 0,30$, то територія нестабільна, якщо $K_{ек.ст}$ в діапазоні 0,31–0,50, то територія нестійко стабільна, якщо значення становить 0,51–0,66, то середньостабільна, і територія стабільна, якщо $K_{ек.ст} > 0,67$.

Розрахунок коефіцієнта проведено в табл. 2.

Розрахунки показують, що $K_{ек.ст}$ становить 0,46, тобто територія Комарнівської територіальної громади в екологічному відношенні є нестійко стабільна. Для покращення цього показника необхідно скоротити площі земель, що піддаються антропогенному навантаженню, та збільшити площі природних угідь.

Таблиця 2

Розрахунок коефіцієнта екологічної стійкості території Комарнівської територіальної громади

Угіддя	Коефіцієнти		Площа угіддя, S_i	$\sum K_i S_i K_p$
	K_i	K_p		
Забудовані території та дороги	0,0	0,0	670,98	0
Рілля	0,25	0,7	7959,3	1392,88
Лісосмуги	0,38	1,0	6,8	2,58
Сади, чагарники	0,43	1,0	457,6	196,77
Городи	0,5	0,7	905,69	316,99
Сінокоси	0,62	1,0	1906,03	1181,74
Пасовища	0,68	1,0	3310,4	2251,07
Стави і болота природоохор. пр.	0,79	1,0	647,9	511,84
Ліси	1,0	1,0	2835	2835
Всього	-	-	18699,7	8688,87
Коефіцієнт екологічної стійкості території	-	-	-	0,46

На території громади є малопродуктивні і деградовані землі. За рахунок вилучення їх із сільськогосподарського використання можливе підвищення коефіцієнта екологічної стабільності.

Також визначити міру впливу діяльності людини на територію дає змогу коефіцієнт антропогенного навантаження ($K_{a,n}$) [5, с. 158]. У результаті обчислення коефіцієнта антропогенного навантаження на територію Комарнівської територіальної громади визначено його значення, яке становить $K_{a,n} = 3,4$, отже, антропогенне навантаження помірне.

Проаналізувавши особливості й тенденції використання земель у Комарнівській територіальній громаді, можна визначити основні заходи для їх раціонального використання на засадах сталого розвитку:

- удосконалення використання меліорованих земель, зокрема реконструкція та очищення меліоративних систем для покращання їхньої ефективності;

- розробка комплексного плану розвитку громади, який враховуватиме проблеми землекористування і забезпечуватиме дотримання принципів сталого розвитку;

- підвищення екологічної стійкості території завдяки рекультивції та консервації земель, а також збільшення площ природних кормових угідь;

- підтримка малих агроформувань і тваринництва, включаючи дотації, стимулювання та інші заходи для розвитку сільського господарства. Це особливо важливо, оскільки в громаді спостерігається переважання промисловості над аграрною сферою, а значна частина земель не використовується та заростає бур'янами;

- розвиток туристичної галузі через ефективне використання земель рекреаційного та історико-культурного значення. На території громади є великий потенціал для туризму завдяки наявності річок, водойм, старовинних будівель та архітектурних пам'яток.

Застосування цих заходів сприятиме раціональному використанню земель та збалансованому розвитку громади.

Висновки. Проаналізувавши особливості й тенденції використання земель на території Комарнівської територіальної громади, запропоновано заходи для організації раціонального використання земель на засадах сталого розвитку: вдосконалення використання меліорованих земель; розробка комплексного плану розвитку території територіальної громади; підвищення коефіцієнта екологічної стійкості території завдяки проведенню рекультиваци, консервації та збільшенню площ природних кормових угідь; заходи щодо підтримки малих агроформувань і тваринництва (стимулювання, дотації тощо) та розвитку сільського господарства загалом; розвиток туризму і рекреації через удосконалення використання земель рекреаційного, природоохоронного та історико-культурного призначення. Також особливо актуальною для агроформувань у межах Комарнівської територіальної громади є організація використання земель на агроландшафтній

основі, зважаючи на стан земель, розмаїття ґрунтів та наявність меліорованих земель.

Бібліографічний список

1. Костишин О. О. Еколого-економічні засади раціонального землекористування в регіональних господарських системах: автореф. дис. ... канд. екон. наук. Львів: НАУ, 2012. 20 с.
2. Організація території сільськогосподарських підприємств: агроландшафтний аспект: монографія / Н. М. Ступень, Н. Є. Стойко, О. Р. Баран, О. І. Ступень. Львів: Галицька видавнича спілка, 2020. 172 с.
3. Стратегія розвитку Комарнівської міської територіальної громади на період до 2027 року. Комарно, 2023. 81 с.
4. Ступень Р. М., Ступень О. І. Просторове планування при розробці комплексного плану територій ОТГ. *Сучасні тенденції розвитку геодезії, землеустрою та природокористування*: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 15–16 черв. 2022 р.). Одеса, 2022. С. 52–55.
5. Третьак А. М. Землевпорядне проектування: теоретичні основи і територіальний землеустрій: навч. посіб. Київ: Вища освіта, 2006. 528 с.

Стаття надійшла 15.02.2025

УДК 332.147-027.22:332.2-057.21

НАВЧАЛЬНА ПРАКТИКА ЯК СКЛАДОВА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ЗЕМЛЕВПОРЯДНИКІВ

Г. Нестеренко, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0002-4411-1242

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.121>

Нестеренко Г. Навчальна практика як складова професійної підготовки майбутніх інженерів-землевлпорядників

Організація навчальної практики важлива для професійної підготовки фахівців із геодезії та землеустрою. Проведення практики вимагає чіткого розуміння її значення та оптимального вибору форм, змісту й методів на кожному етапі навчання. Лише інтеграція практики в систему фахової підготовки з урахуванням її базових структурних компонентів забезпечує формування необхідних професійних компетентностей.

Зауважено актуальність якісної підготовки майбутніх фахівців з геодезії та землеустрою. Розкрито особливості організації навчальної практики майбутніх фахівців з геодезії та землеустрою з урахуванням практикоорієнтованого підходу.

Зазначено, що практична підготовка студентів – обов'язкова та інтеграційна складова освітньо-професійної програми фахівців із геодезії та землеустрою. Вона поглиблює та закріплює професійні знання, уміння та навички, набуті під час роботи в аудиторії університету. Мета практичної підготовки полягає в оволодінні студентами теоретичними та практичними знаннями і навичками, освоєнні новітніх технологій, формуванні професійних компетентностей для індивідуального прийняття рішень, постійному оновленні здобутих знань та психологічній адаптації до реальних умов на виробництві.

Показано, що кваліфікація молодого фахівця оцінюється його здатністю застосовувати здобуті знання та вміння для виконання завдань на виробництві, що вимагає планування та управління виробничими процесами.

Практична підготовка студентів відбувається на практичних та лабораторних заняттях із фахових дисциплін та під час проходження практики на підприємствах з геодезії та землеустрою. Перелічено основні етапи практичної підготовки у структурі навчального процесу: ознайомчий, навчально-технологічний етап, виробничо-професійний.

Окреслено ключові аспекти критеріїв готовності до професійної діяльності, які охоплюють такі аспекти: професійна свідомість, швидкість адаптації особистості у різних виробничих ситуаціях, доцільність практичних дій, рівень сформованості організаторських здібностей, комунікативні навички тощо.

Ключові слова: геодезія та землеустрій, державний земельний кадастр, навчальна практика, практична підготовка.

Nesterenko H. Training practice as an integral component of professional development for future land management engineers

The organization of training practice is crucial for the professional development of specialists in geodesy and land management. Effective training necessitates a comprehensive understanding of its importance, as well as the careful selection of appropriate forms, content, and methods at each stage of the educational process. Only by integrating training into the overall framework of professional education, while considering its key structural components, we can ensure the development of essential professional competencies.

The relevance of high-quality training for future specialists in geodesy and land management underpins the choice of this topic. This article aims to elucidate the unique aspects of organizing training practice for future specialists in geodesy and land management, with a focus on a practice-oriented approach.

Practical training for students is a mandatory and vital component of the educational and professional program for specialists in geodesy and land management. This training enhances and reinforces the professional knowledge, skills, and competencies acquired in the university classroom. The primary objective of practical training is to empower students to master both theoretical and practical knowledge, familiarize themselves with the latest technologies, and develop professional competencies for independent decision-making. Additionally, it helps them continuously update their knowledge and adapt psychologically to real-world workplace conditions.

The qualification of a young specialist is evaluated based on their ability to apply their acquired knowledge and skills to tackle production-related problems that involve planning and managing production processes.

Practical training occurs during practical and laboratory classes in professional disciplines as well as through internships at geodesy and land management companies. The article describes the main stages of practical training, namely the introductory, educational and technological, and the production and professional stage.

The criteria for readiness for professional activity encompass several key aspects, including professional awareness, adaptability in various production scenarios, practical action expediency, development of organizational abilities, communication skills, etc.

Keywords: geodesy and land management, state land cadastre, training practice, practical training.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку освіти в Україні характерний усебічною та системною модернізацією. Впровадження державних та професійних стандартів і жорсткі вимоги Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти до акредитації закладів вищої освіти спонукають до розроблення нових критеріїв якості освітнього процесу. Це безпосередньо впливає на підготовку фахівців спеціальності «Геодезія та землеустрій» та суттєвого розширення обсягу практичної підготовки.

Навчальна практика здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітньо-професійна програма – Геодезія та землеустрій є невід’ємною складовою підготовки фахівців із вищою освітою. Вона спрямована на закріплення теоретичних знань, отриманих студентами за час навчання, набуття та удосконалення практичних навичок і умінь за відповідною спеціальністю. Так, у Стандарті вищої освіти підготовки бакалаврів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, який затверджено та введено в дію наказом МОН України від 11.05.2021 р. за № 517, зазначено, що мінімальний обсяг кредитів ЄКТС, призначених для практик (геодезичної, виробничої тощо – відповідно до спеціалізації) становить не менше ніж 15 кредитів ЄКТС (на базі повної загальної середньої освіти з терміном навчання 11 років – 240 кредитів ЄКТС) обсягу освітньої програми [9].

Якісна практична підготовка фахівців із геодезії та землеустрою – умова успішного розвитку землевпорядної галузі в сучасних умовах розвитку земельних відносин. Сьогодні спеціалістів із геодезії та землеустрою готують 48 ЗВО [8, с. 1], що свідчить про актуальність фаху та затребуваність галузі висококваліфікованими кадрами, де вагоме місце в навчальному процесі відводиться саме рівню практичної підготовки здобувачів.

Організація навчальної практики важлива для професійної підготовки фахівців із геодезії та землеустрою. Проведення практики вимагає чіткого розуміння її значення та оптимального вибору форм, змісту та методів на кожній стадії навчання. Лише інтеграція практики в систему фахової підготовки з урахуванням її базових структурних компонентів забезпечує формування необхідних професійних компетентностей [2, с. 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вибір теми зумовлений актуальністю якісної підготовки майбутніх фахівців із геодезії та землеустрою, яку розглядали такі метри землевпорядної науки як М. Г. Ступень [2], В. Ю. Пересоляк [6], однак питання навчальної практики не висвітлювались.

Постановка завдання. Наше завдання – розкрити особливості організації навчальної практики майбутніх фахівців з геодезії та землеустрою з урахуванням практикоорієнтованого підходу.

Виклад основного матеріалу. Практична підготовка студентів – обов’язкова та інтеграційна складова освітньо-професійної програми фахівців із геодезії та землеустрою. Вона поглиблює та закріплює професійні знання, уміння та навички, здобуті під час роботи в аудиторії університету. Мета практичної підготовки полягає в оволодінні студентами теоретичними та практичними знаннями і навичками, освоєнні новітніх технологій, формуванні професійних компетентностей для індивідуального прийняття рішень, постійному оновленні здобутих знань та психологічній адаптації до реальних умов на виробництві.

У педагогічній науці [7, с. 58] виокремлюють такі етапи практичної підготовки:

- практичні та лабораторні заняття: первинний етап, спрямований на формування базових навичок із спеціальних фахових дисциплін;
- навчальна практика: ознайомлює із специфікою обраної спеціальності та здобуття основних професійних умінь і навичок із загальнопрофесійних та спеціальних дисциплін, передбачених освітньо-професійною програмою [4];
- професійна (виробнича) практика: завершальний етап навчання, метою якого є вдосконалення та узагальнення здобутих знань, умінь і навичок на базі підприємства, оволодіння професійним досвідом та завершення формування майбутнього фахівця. А також вона передбачає збір матеріалів для кваліфікаційної роботи чи наукової діяльності.

У педагогічній енциклопедії термін «практика» тлумачиться: як зумовлена специфікою соціального буття цілеспрямована, чуттєвопредметна діяльність людей, змістом якої є перетворення природи й суспільства, специфічно людська форма життєдіяльності, спосіб буття людини у

світі [1, с. 268]. В енциклопедичному словнику термін «практика» визначено як поняття, що характеризує особливий різновид активності людського світовідношення, філософське витлумачення котрого тяжіє або до універсалізму та етичних характеристик, або до локалізації чуттєво-матеріального. Практику розглянуто в діалектичній єдності з теорією і як єдину систему з такими компонентами як: ціль, діяльність, предмет, засоби та результат [11, с. 521].

У педагогічних дослідженнях поняття «практика» конкретизується як:

- базовий елемент для формування професійної компетентності (знань, умінь, навичок);
- ціннісна орієнтація фахівця, що визначає його професійну спрямованість та ставлення до праці;
- організаційна форма освітнього процесу, спрямована на освоєння практичних навичок.

Кваліфікація молодого фахівця оцінюється його здатністю застосовувати здобуті знання та вміння для виконання завдань на виробництві, що вимагає планування та управління виробничими процесами. Отже, формування професійної готовності майбутніх фахівців землепорядної галузі безпосередньо залежить від володіння практичними знання, вміннями та навичками [4; 10].

Практична підготовка студентів відбувається на практичних та лабораторних заняттях із фахових дисциплін та під час проходження практики на підприємствах з геодезії та землеустрою. У структурі навчального процесу практична підготовка поділяється на етапи:

- ознайомчий етап: спрямований на формування основного уявлення про обрану професію та її специфіку;
- навчально-технологічний етап: набуття першого практичного досвіду та формування професійних умінь;
- виробничо-професійний етап: характерний самостійним виконанням поставлених завдань, пов'язаних з організацією діяльності підприємства. На цьому етапі відбувається формування спеціальних фахових умінь, розвиток якостей, здібностей та освоєння навичок командної роботи та прийняття рішень у реальних умовах.

Ефективність практичної підготовки студентів залежить від низки чинників [10]:

- організаційно-технологічних: технологія навчання, зміст, форми та методи практичного підготовки, а також матеріально-технічне забезпечення навчального закладу;
- суб'єктивно-особистісних: професійно-пізнавальний інтерес, ціннісні орієнтації, професійна спрямованість, пізнавальні та комунікативні здібності здобувачів;

- педагогічних та соціальних: рівень професійної компетентності викладачів та соціальний контекст (сім'я, родинні традиції).

Навчальна практика є логічним продовженням лекційних та практичних занять і становить обов'язкову ланку в підготовці фахівців із геодезії та землеустрою. Ключовою умовою її ефективної організації є попередня сформованість фахових компетенцій, знань та умінь у здобувачів вищої освіти, набутих у процесі вивчення профільних дисциплін. Метою навчальної практики є: поглиблення теоретичних знань та вмінь, практична реалізація освітніх завдань, стимулювання інтелектуального розвитку, виокремлення обдарованих студентів та їх залучення до науково-дослідної роботи.

Завдання навчальної практики [7, с. 59] поділяються на такі категорії:

- розвиток особистісно-професійних якостей;
- опанування методикою експериментальних досліджень та обробки даних;
- безпосереднє виконання експериментальних досліджень;
- реалізація виховної роботи у студентському середовищі.

Навчальна практика важлива для професійного становлення майбутніх спеціалістів із геодезії та землеустрою. Вона не лише збагачує знання студентів досвідом та сприяє їхній науково-дослідній орієнтації, а також дає змогу визначати напрями для виконання курсових і кваліфікаційних робіт, а також планувати майбутні наукові дослідження після завершення навчання у закладі вищої освіти. Отож, фахова практика є невід'ємною складовою, головне завдання якої – забезпечити повноцінну готовність студентів до їхньої майбутньої професійної діяльності.

Завданням навчальної практики здобувачів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» є набуття практичних навичок із:

- ✓ геодезичного знімання ситуації із застосуванням GPS-технологій;
- ✓ підготовки геодезичної та картографічної основи з проведеної зйомки;
- ✓ дослідження кадастрового зонування земель у межах обраної території за допомогою Публічної кадастрової карти [5] або програми kadastr.live;
- ✓ ідентифікація цільового призначення земель об'єктів Державного земельного кадастру відповідно до Класифікації видів цільового призначення земель (КВЦПЗ);
- ✓ робота з відомостями Державного земельного кадастру у модулі Національної кадастрової системи через електронні сервіси Державного земельного кадастру;

✓ робота з електронними сервісами земельного кадастру, отримання витягів із реєстрів сервісів: ПКУ, НГО, ДРП, ДЗК [3, с. 5].

Мета практики – закріплення студентами теоретичних знань та отримання практичних навичок щодо застосування їх у виробничих умовах у сфері геодезії та землеустрою на сучасному етапі відповідно до ринкових земельних відносин.

Формування цілісного професійного мислення та вироблення конкретних фахових навичок майбутніх спеціалістів прямо залежить від удосконалення змісту освіти та структури професійної підготовки. Професійна компетентність досягається лише за умови індивідуально-творчої самореалізації особистості. Отже, індивідуалізація підготовки набуває статусу перспективного напрямку у професійній практичній підготовці та має бути імплементована на всіх етапах навчального процесу.

Критерії готовності до професійної діяльності [10] охоплюють такі аспекти:

- професійна свідомість;
- швидкість адаптації особистості у різних виробничих ситуаціях;
- доцільність практичних дій;
- рівень сформованості організаторських здібностей;
- комунікативні навички тощо.

Поєднання теоретичних і практичних знань та навичок під час навчальної практики, а також систематичність у змісті та методах навчання, забезпечують цілісність освітнього процесу. Як наслідок, здобувачі вищої освіти оволодівають ґрунтовними практичними та теоретичними знаннями з фахових дисциплін [7, с. 60].

Висновки. Професійна підготовка фахівців із геодезії та землеустрою під час навчальної практики – складна багатофункціональна система, метою якої є формування висококваліфікованого фахівця-професіонала. Навчальна практика відіграє важливу роль у мотивації майбутніх спеціалістів, сприяє оволодінню фаховими компетентностями та розвиває навички виконання пізнавальних, практичних і дослідницьких завдань. Для підвищення ефективності навчання організаційно-методичне забезпечення практичної підготовки потребує активного впровадження інноваційних технологій навчання.

Бібліографічний список

1. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 366 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua> (дата звернення: 15.02.2025).
2. Земельний кадастр: підручник / М. Г. Ступень, О. Я. Микула, Є. С. Лавейкіна та ін., за заг. ред. М. Г. Ступеня. Львів, 2011. 309 с.

3. Нестеренко Г. Б. Методичні рекомендації для проходження навчальної практики з Навчальної геодезичної практики з GPS (частина GPS знімання) для студентів факультету землепорядкування та туризму здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій». База даних ЛНУП / Львівський національний університет природокористування. Факультет землепорядкування та туризму. Дубляни, 2024. 31 с.

4. Освітньо-професійна програма «Геодезія та землеустрій» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» Кваліфікація: бакалавр з геодезії та землеустрою / Львівський національний університет природокористування. Факультет землепорядкування та туризму. Дубляни, 2021. URL: https://lnup.edu.ua/attachments/article/4389/LNUP_193_Bak_2021_OPP.pdf (дата звернення: 15.02.2025).

5. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру: Постанова Кабінету міністрів України від 17 жовтня 2012 р. за № 1051 / Законодавство України / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#n1122> (дата звернення: 15.02.2025).

6. Пересоляк В. Ю., Марухнич Т. Б., Лахощка Е. Я., Луцько В. В. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Державний земельний кадастр» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «бакалавр». *Навчально-методичні видання кафедри землепорядкування та кадастру / Ужгородський національний університет. Ужгород, 2023.* URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/items/4328da1e-fabf-4e43-992e-c6efe2f36f88> (дата звернення: 15.02.2025).

7. Плющ В. М. Навчальна практика як компонент професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін. *Наукові записки ІДПУ ім. В. Винниченка. Серія: Педагогічні науки.* 2022. Вип. 204. С. 57–61.

8. Рейтинг університетів 2025 – G18 «Геодезія та землеустрій». Всі матеріали про Вступ 2026. *Education.ua – освіта в Україні.* URL: <https://www.education.ua/vstup/university-ranking/heodeziia-ta-zemleustrii/> (дата звернення: 15.02.2025).

9. Стандарт вищої освіти підготовки бакалаврів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій: Наказ Міністерства освіти і науки України від 11.05.2021 р. № 517. URL: https://osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/82457/#google_vignette (дата звернення: 15.02.2025).

10. Щука Г. П. Організація практичної підготовки майбутніх фахівців туристичної індустрії. *Вісник ЛНУ ім. Тараса Шевченка.* 2010. № 16 (203). URL: https://tourlib.net/statii_ukr/schuka3.htm (дата звернення: 15.02.2025).

11. Філософський енциклопедичний словник / ред.-упоряд. В. І. Шинкарук. Київ: Абрис, 2002. 742 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Shynkaruk_Volodymyr/Filosofskyi_entsyklopedychnyi_slovnnyk.pdf (дата звернення: 15.02.2025).

Стаття надійшла 18.02.2025

УДК 332.36

ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ ТА ПРЯМІ ІНОЗЕМНІ ІНВЕСТИЦІЇ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ВИКЛИКИ В УМОВАХ ВІЙНИ

О. Костишин, к. е. н.

ORCID ID: 0000-0003-0067-6935

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.125>

Костишин О. Просторове планування та прямі іноземні інвестиції: сучасні тенденції та виклики в умовах війни

Законодавча база просторового планування, як і вся нормативно-законодавча база в Україні, останніми роками проходить шлях вдосконалення та імплементації до європейської правової бази. Цей процес гальмується військовою агресією РФ. Прямі іноземні інвестиції (ПІІ) є вагомим складовим у фінансуванні розробок просторового планування на місцевому рівні – на рівні територіальних громад. Проаналізовано ПІІ в Україну та з України, а також сальдо ПІІ за десятирічний період. Відзначено підйоми та падіння цих показників в окремі роки. Спостерігається ріст індексу інвестиційної привабливості, а також кількості компаній, згідних інвестувати в Україну попри війну, зберігаючи оптимізм і перспективи розвитку.

Досліджено десятирічний розподіл надходжень ПІІ поквартально. На основі рейтингу середніх значень квартальних показників їм дана оцінка і виявлені терміни можливих очікувань майбутніх надходжень ПІІ.

Відзначено, що частка ПІІ, яка надходить до Чернівецької області, дуже мала (0,1 %) при тому, що площа області займає 1,3 % території країни. І саме тут відбувається найбільший спад інвестицій через відплив капіталу вітчизняних інвесторів, що зареєстровані в офшорних компаніях. Пропонується диверсифікувати базу інвесторів Чернівецької області та підвищити спроможність місцевих влад до залучення інвестицій через нові механізми підтримки.

Продемонстровано, як реалізуються стратегічні цілі територіальної громади через створення містобудівної документації, зокрема Детального плану розміщення сільськогосподарського підприємства в одній із 52 територіальних громад (Кадубовецької сільської територіальної громади), за межами одного із 417 населених пунктів (с. Хрещатик) Чернівецької області.

Ключові слова: просторове планування, прямі іноземні інвестиції (ПІІ), сальдо, рейтинг, містобудівна документація, детальний план.

Kostyshyn O. Spatial planning and foreign direct investment: current trends and challenges during wartime

The legislative framework governing spatial planning in Ukraine, like the broader regulatory and legal structure, has been evolving in recent years to align more closely with European standards. However, this progress is significantly hindered by the military aggression from the Russian Federation. Foreign direct investment (FDI) plays a crucial role in financing spatial planning initiatives at the local level, particularly within territorial communities. An analysis of FDI to and from Ukraine, along with the FDI balance over the past decade, reveals fluctuations in these metrics from year to year. Notably, there has been an increase in the investment attractiveness index and in the number of companies willing to invest in Ukraine, indicating continued optimism and potential for development despite the ongoing conflict.

Furthermore, a study of the ten-year quarterly distribution of FDI inflows provides insights into trends, allowing for assessments based on the average quarterly values and the identification of possible future FDI inflow expectations.

Given that Chernivtsi region attracts a minimal share of FDI - just 0.1% - despite representing 1.3% of the country's territory, it is evident that this area has experienced a significant decline in investment, primarily due to the capital outflow of domestic investors registered in offshore companies. To address this issue, it is recommended that the investor base in Chernivtsi region be diversified, and local authorities be empowered to enhance their investment attraction capabilities.

Moreover, the implementation of strategic goals within the territorial community is demonstrated through the development of urban planning documentation. For instance, a Detailed Plan has been created for the establishment of an agricultural enterprise within the Kadubivtsi territorial community, situated outside Khreshchatyk village, one of the 417 settlements in Chernivtsi region.

Keywords: spatial planning, foreign direct investment (FDI), balance, rating, urban planning documentation, detailed plan.

Постановка проблеми. Для реалізації проєктів просторового планування на місцевому рівні вагомим джерелом фінансування є прямі іноземні

інвестиції (ПІІ). Для стратегічного планування розвитку територій важливим є прогноз термінів їх надходжень та систематичність дій щодо реалізації

проектних рішень просторового планування. Завдання дослідження полягає в тому, щоб дослідити роль ПП для просторового планування та спрогнозувати очікування їх надходжень поквартально.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідженню правових аспектів просторового планування присвятили свої роботи М. Шульга, І. Ігнатенко, Д. Федчишин, О. Малохліб. Теоретико-методологічні засади просторового планування висвітлені в публікаціях А. Третяка, А. Степанюка, О. Гопцій, Н. Хижнякової. Організацію та практичне виконання робіт з виготовлення містобудівної документації виклали С. Кубах, А. Ковтун, Т. Криштоп. Баченням для України просторово-планувального розвитку в умовах війни і відбудови поділились Є. Маруняк, Ю. Палеха, Т. Криштоп.

Водночас роль впливу ПП на виконання робіт з просторового планування на місцевому рівні, прогноз щоквартального очікування інвестиційних надходжень потребують подальших досліджень.

Постановка завдання. Наше завдання – простежити послідовність опрацювання просторового планування на місцевому рівні – на рівні територіальної громади, його особливості під час воєнних дій та визначити роль в цьому процесі ПП, дослідити щоквартальний розподіл надходжень ПП.

Виклад основного матеріалу. Просторове планування має на меті вдосконалення територіальної організації землекористування. Регулювання цього процесу відбувається на базі Закону України [4], за яким суттєво розширюються повноваження органів місцевого самоврядування і який обумовлює низку змін в інших законах. Нормативно-законодавча база в Україні останніми роками проходить шлях вдосконалення та імплементації до європейської правої бази. Військова агресія рф стала значним гальмом на цьому шляху. Так, сповільнився розпочатий до війни процес розробки комплексних планів розвитку територій територіальних громад. Уже опрацьовані розробки потребують коректив.

У комплексному плані, який містить усі відомості в одному документі, передбачається розвиток території, як одного цілого, ним затверджується склад та зміст містобудівної документації, усуваються ймовірні дублювання. Комплексним планом визначаються: межі функціональних зон (а на їх основі й цільове призначення земельної ділянки), функціональне призначення

території, її планувальна організація, інженерно-транспортна інфраструктура тощо. Саме з комплексним планом координуватимуть положення генеральних планів та детальних планів території й іншої містобудівної документації на місцевому рівні. Генеральні плани населених пунктів, як складова комплексного плану, деталізують його положення, а детальні плани території своєю чергою деталізують положення генеральних планів. Комплексний план для територіальної громади є основою для залучення інвестицій у післявоєнне відновлення та розвиток територій, зокрема у будівництво.

Згідно з адміністративно-територіальною реформою 2020 року, у Чернівецькій області сформовано 52 територіальні громади, які набули право розпоряджатися всіма землями на своїй території (окрім земель державної власності та спеціального призначення) через отримання в розпорядження земель поза межами населених пунктів. Під час просторового планування територій громад необхідно враховувати, що земельний фонд Чернівецької області характеризується змішаною структурою землекористування: на рівнинному плато між Дністром і Прутом зосереджені орні землі, а на схилах Карпат переважають ліси та луки.

Територіальні громади охоплюють 417 населених пунктів. Середня площа територіальної громади становить близько 15,6 тис. га. Зрозуміло, що для рівнинних громад ця площа більша, для гірських – менша. Для того щоб інтегрувати землі комунальної власності у просторову структуру громади, проводять інвентаризацію цих земельних ділянок та вносять відомості про них до Державного земельного кадастру.

У 2021 році територіальні громади Чернівецької області почали готуватися до розробки комплексних планів розвитку території територіальної громади. Внаслідок повномасштабного вторгнення рф значні території України, особливо об'єкти критичної інфраструктури, житлового та виробничого фонду, зазнали руйнувань і зіштовхнулися із серйозними викликами, що породило інтенсивні міграційні процеси, вплив людських трудових ресурсів, змушену релокацію підприємств. Усе це створює додаткові труднощі в повоєнному відновленні територій, плануванні розвитку територіальних громад. Щодо просторового планування Україна опинилась на рубежі двох стадій повоєнного відновлення: усвідомлення викликів та пошуку рішень. Перед територіальними громадами постала проблема знайти і впровадити індивідуальні рішення, які адаптовані

до відповідних реалій саме на їх території, з баченням перспектив подальшого розвитку громади [3].

Зважаючи на те, що більшість територіальних громад не має достатніх ресурсів для повоєнної відбудови і трансформації, ці процеси можуть відбуватися за умови міжнародної

допомоги та ПІІ, в яких інвестор контролює об'єкт інвестування частково в капіталі чи володінням акціями.

На рис. 1 відображена динаміка надходжень ПІІ в Україну та з України за 2013–2024 роки (рік перед війною та 10 років військової агресії РФ), а на рис. 2 – сальдо ПІІ за той самий період.

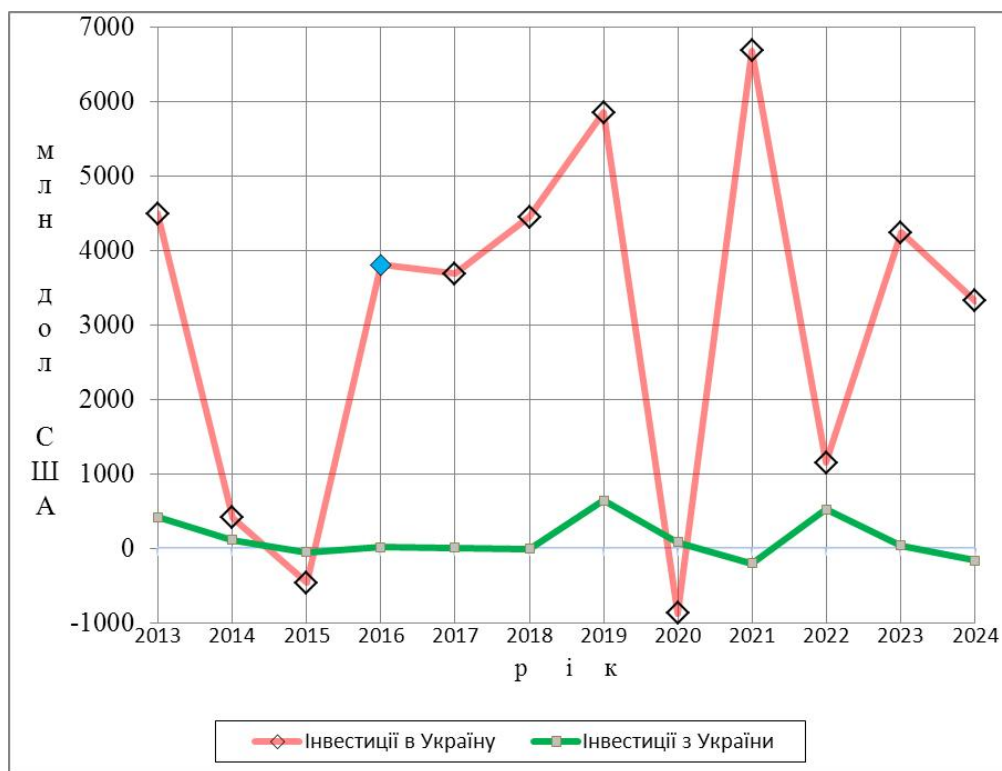


Рис. 1. Динаміка прямих іноземних інвестицій
Джерело: побудовано автором за даними [5]

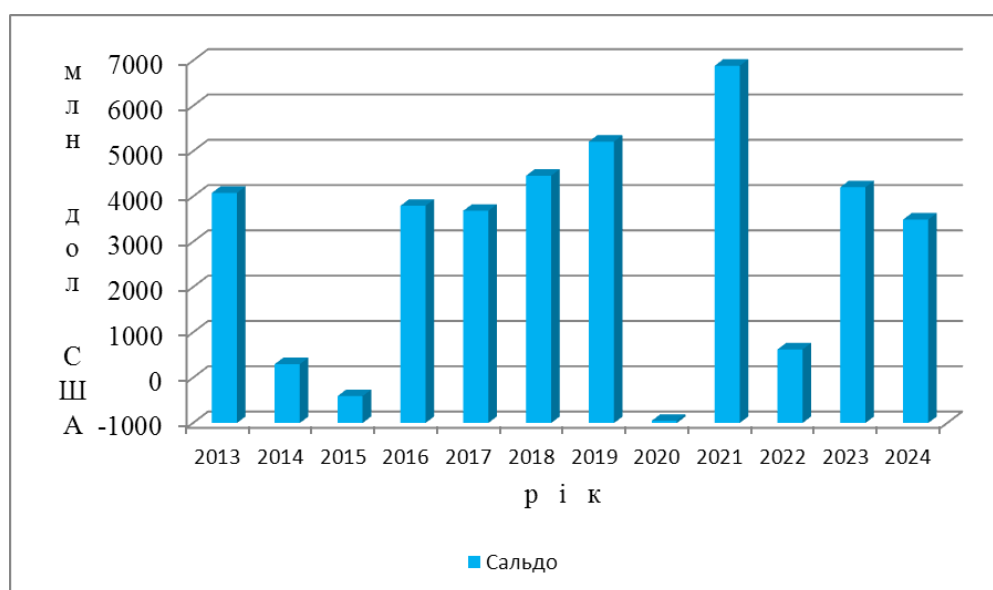


Рис. 2. Динаміка сальдо прямих іноземних інвестицій
Джерело: побудовано автором за даними [5]

Із графіка на рис. 1 видно, що спостерігається падіння надходжень ПП в перші два роки військової агресії, а також різке їх падіння у 2020 та 2022 роках. Максимальні показники надходжень ПП – у 2019 та 2021 роках. Низька база показників 2022 року змінилася її значним збільшенням у 2023–2024 роках.

Сальдо ПП в разі позитивного його значення відображає чистий приплив капіталу за рахунок ПП або його відплив у разі негативного значення. Воно визначається як різниця між обсягами ПП, що вкладаються в країну та виводяться з неї. У період 2016–2019 років спостерігається майже постійне зростання припливу капіталу. Максимальне сальдо ПП (близько 7 млрд дол. США) спостерігається у 2021 році, що передую повномасштабному вторгненню рф.

За даними Європейської бізнес асоціації, окреслюється тенденція покращання інвестиційного клімату України. Позитивними чинниками цього процесу є статус кандидата до вступу в ЄС; цифровізація державних послуг; впровадження транспортного безвізу; скасування мит і квот на український експорт багатьма країнами; долучення до об'єднаної енергосистеми Європи. Основними показниками покращання інвестиційного клімату є ріст індексу інвестиційної привабливості та

збільшення кількості компаній, згідних інвестувати в Україну попри війну. У 2024 році кількість таких компаній становила 70 %, а індекс інвестиційної привабливості України оцінювався у 2,49 бала з потенційних 5, що показало зріст на 0,05 % порівняно з попереднім роком [1].

Важливим моментом у прогнозуванні й очікуванні надходжень ПП є їх поквартальний розподіл. На основі аналізу щоквартального графіка надходжень ПП в економіку України складемо таблицю рейтингів окремих кварталів за 10 років, в якій приймемо оцінку за перше місце 4 бали, за друге – 3 бали, за третє – 2 бали і за четверте – 1 бал (табл. 1). Відповідно за десятирічний період сума оцінок за перше місце становитиме 40 балів, за друге – 30 балів, за третє – 20 балів і за четверте 10 балів; сума балів за кожний окремий рік становить 10 балів.

На цій основі складемо матрицю квартальних оцінок у середньому за 10 років (табл. 2). Для цього підраховуємо, скільки разів квартал був на першому, другому, третьому та четвертому місцях, і множимо їх на відповідний бал за місце. Сума добутоків становитиме оцінку кварталу в середньому за десятирічний період. Наприклад, сумарна середньорічна оцінка першого кварталу становить $2 \times 4 + 3 \times 3 + 3 \times 2 + 3 \times 1 = 26$ балів.

Таблиця 1

Рейтинги кварталів за 10 років

Рік	Номер кварталу			
	1	2	3	4
	Місце кварталу в рейтингу			
2015	2	3	4	1
2016	2	3	1	4
2017	2	1	4	3
2018	4	1	2	3
2019	3	4	2	1
2020	2	3	4	1
2021	3	4	1	2
2022	1	4	3	2
2023	3	2	1	4
2024	1	2	4	3

Таблиця 2

Бальна оцінка кварталів

Місце в рейтингу	Оцінка за місце	Номер кварталу				Σ
		1	2	3	4	
1	4	8	16	12	4	40
2	3	9	6	9	6	30
3	2	6	4	2	8	20
4	1	3	2	3	2	10
Середньорічна бальна оцінка кварталу		26	28	26	20	100

Найбільшу оцінку за десятирічний період отримує другий квартал, який три роки з десяти був на першому місці та по два рази на другому, третьому і четвертому місцях. Його оцінка сформована таким чином:

$$4 \times 4 + 2 \times 3 + 2 \times 2 + 2 \times 1 = 28 \text{ балів.}$$

Тобто в прогнозуванні можливого надходження ПП найбільші очікування припадають на другий квартал року. Середньорічний рейтинг щоквартальних надходжень виглядає таким чином: 2-й; 1-й або 3-й; 4-й квартали.

Чернівецька область – найменша за площею область в Україні (1,3 % території країни) і посідає останнє місце серед областей України за обсягами ПП (лише 0,1 %). Водночас Чернівецька область бере участь у статутному капіталі на 109 підприємствах, розміщених на її теренах. І за цим показником займає 8-ме місце в Україні.

43,4 % від загального обсягу акціонерного капіталу в області зосереджено на промислових підприємствах. За період війни до Чернівецької області перемістилися понад 100 підприємств і Буковина зайняла 3-тє місце за цим показником. На сьогодні в області залишилося майже 70 підприємств, з яких близько 30 перереєструвалися в її територіальних громадах.

Майже у всіх областях України за період 2022 – I півріччя 2024 року помічаються вагомі зміни залишків ПП. У Чернівецькій області відбулося найбільше падіння інвестицій, залишки ПП становили 62,5 %. Тут відбувся значний відплив капіталу з Кіпру. Галуззю з найменшим чистим приростом ПП є переробна промисловість [2].

Приблизно 30 країн світу залучають іноземні інвестиції в економіку Чернівецької області (орієнтовно 200 підприємств). Найбільш вагомими інвесторами є Кіпр, Німеччина, Італія та Туреччина. Максимально інвестують у промисловість, сільськогосподарська галузь отримує майже у 14 разів менше. У табл. 3 відображена структура інвестицій у розрізі галузей виробництва.

Для того щоб зменшити шоковий ефект від дезінвестицій, зумовлених відпливом капіталу вітчизняних інвесторів, що зареєстровані в оф-

шорних юрисдикціях, доцільно диверсифікувати базу інвесторів і залучати іноземних інвесторів у малий та середній бізнес. Чернівецька область, маючи дуже низьку частку ПП і перебуваючи поза зоною безпосередніх воєнних дій, для свого розвитку повинна підвищити спроможності місцевої влади залучати інвестиції. Залучення інвестицій до територіальної громади є необхідною умовою для реалізації проєктних розробок, опрацьованих у просторовому плануванні. Тут перевага надається територіям зі зрозумілим правовим статусом та вже визначеними функціональними зонами і планувальною організацією на перспективу, тобто прямі інвестиції надходять на реалізацію конкретного об'єкта, який є елементом стратегічного планування громади.

Так, для прикладу, розглянемо один із містобудівних документів просторового планування – Детальний план території для розміщення будівель та споруд сільськогосподарського виробництва на території Кадубовецької сільської територіальної громади Чернівецького району Чернівецької області. Кадубовецька територіальна громада – це край з багатим природно-ресурсним потенціалом. Загальна площа становить 94,64 км², які розподілені за формами власності таким чином: державна – 9 %, комунальна – 5 % та приватна – 86 %. Кількість населення – 8892 особи, з досить високою густотою – 94 особи/км². На території територіальної громади сформовано п'ять старостинських округів. Тут функціонують 3354 домогосподарства, є шість земельних ділянок для продажу через аукціон.

Просторове планування має на меті відновлення, збереження самотності Буковинського краю, його культурно-духовних цінностей і традицій. Територія опрацювання детального плану загальною площею 4,0 га розміщена за межами населеного пункту с. Хрещатик (старостинський округ № 1), на двох земельних ділянках з кадастровими номерами 7321585400:01:003:0074, 7321585400:01:003: (рис. 3).

У табл. 4 наведені основні техніко-економічні показники проєкту.

Таблиця 3

Структура інвестицій Чернівецької області у розрізі галузей виробництва

Галузь виробництва	Показник, %
Промислові підприємства	76
Сфера нерухомості	9
Гуртова та роздрібна торгівля, а також ремонт транспорту	6,5
Сільське, лісове та рибне господарство	5,5
Будівництво	0,4
Інші галузі	2,6

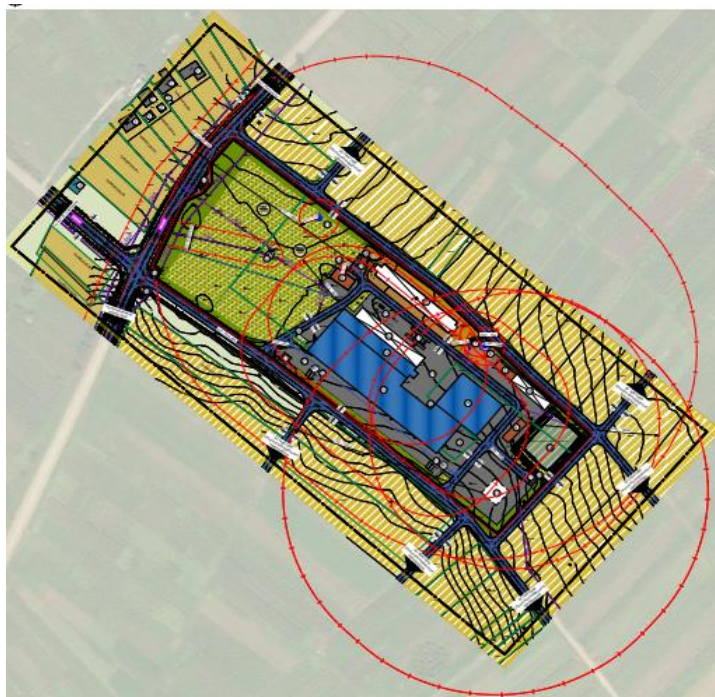


Рис. 3. Проектний план та схема проектних обмежень у використанні земель, поєднані зі схемою транспортної мобільності та інфраструктури М1:1000

Таблиця 4

Техніко-економічні показники проекту

Показник	Одиниця виміру	Значення показника	
		за існуючим станом	за проєктом
Територія			
Територія опрацювання	га	11,5	11,5
Територія в межах проєкту	га	4,0	4,0
у т. ч.: площа забудови	м ²	-	8202,80
площа озеленення	м ²	-	18461,95
площа твердого покриття	м ²	-	13335,25
інша площа	м ²	40000,0	-
Сільськогосподарське підприємство			
Адмінбудинок	м ²	108,30	108,30
Свинарник	голів	-	100
Склади для зберігання с.-г. продукції	м ²	178,70	5745,00
Майстерня для ремонту с.-г. техніки	м ²	-	98,50
Кормоцех	м ²	-	87,50
Навіс для зберігання с.-г. техніки	м ²	-	210,60
Гноєсховище	м ²	-	285,00
Вулично-дорожня мережа			
Автостоянки	маш.-місць	-	10

Розроблений детальний план відповідає «Стратегії розвитку Чернівецької області на період до 2027 року» та «Стратегії розвитку Кадубовецької територіальної громади до 2027 року» [6], затвердженій рішенням сесії Кадубовецької сільської ради № 3–13/2021 від 19.11.2021 року.

Зокрема, стратегічна ціль № 1 передбачає розвиток економічного потенціалу через збільшення доданої вартості сільськогосподарської продукції. Для реалізації цієї стратегічної цілі поставлено завдання «Технологічне переоснащення діючих та створення високотехнологічних нових

підприємств у галузі тваринництва», зокрема за допомогою реконструкції та розширення тваринницьких приміщень, модернізації й оновлення обладнання, пошуку нових ринків збуту продукції тваринництва. А детальним планом передбачається саме будівництво свинарника і кормоцеху.

Отже, просторове планування ґрунтується на стратегії просторового розвитку території й передбачає послідовне втілення намічених перспектив розвитку територіальної громади. Однією зі складових фінансування цього процесу є ПП.

Висновки. Військова агресія РФ гальмує вдосконалення нормативно-законодавчої бази України в галузі просторового планування та її імплементації до європейської правої бази. Сповільнюється розпочатий до війни процес розробки комплексних планів розвитку територій територіальних громад, а вже опрацьовані розробки потребують коректив.

Дослідження щорічних ПП, їх сальдо та щоквартальний розподіл виявили, що в прогнозуванні можливого надходження ПП найбільші очікування припадають на другий квартал року. Найбільш імовірний середньорічний рейтинг щоквартальних надходжень виглядає таким чином: 2-й; 1-й або 3-й; 4-й квартали.

Для покращання інвестиційного клімату в Чернівецькій області пропонується диверсифікувати базу її інвесторів та підсилити здатність місцевих влад до залучення інвестицій. Стратегічні

цілі територіальних громад, з корективами, внесеними війною, доцільно реалізовувати через створення містобудівної документації, зокрема детальних планів, що уточнюють генеральний план і є складовою комплексного плану розвитку території територіальної громади.

Бібліографічний список

1. Індекс інвестиційної привабливості України 2024. Європейська бізнес асоціація, 2024. 17 с.
2. Корнелюк А., Торяник В. Прямі іноземні інвестиції у регіони України за час повномасштабного вторгнення. URL: <https://iaa.org.ua/portfolio/foreign-direct-investment-in-the-regions-of-ukraine-during-the-full-scale-invasion> (дата звернення: 16.02.2025).
3. Повоєнне відновлення міст України: зелена відбудова та зелена трансформація: аналітичний документ / А. Андрусевич, Н. Андрусевич, З. Козак, С. Романко. Київ: Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля», 2022. 43 с.
4. Про внесення змін до Земельного кодексу України та інших законодавчих актів щодо удосконалення системи управління та дерегуляції у сфері земельних відносин: Закон України від 28.04.2021 р. № 1423-IX. *Голос України*. 2021. № 105.
5. Прямі іноземні інвестиції (ПП) в Україну. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/fdi/> (дата звернення: 16.02.2025).
6. Стратегія розвитку Кадубовецької сільської територіальної громади на період до 2027 року. *Сайт територіальної громади*. 2021. 47 с. URL: <https://kadubovecka-gromada.gov.ua/> (дата звернення: 16.02.2025).

Стаття надійшла 20.02.2025

ЗНАЧУЩІСТЬ ІНВАЙРОМЕНТАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Г. Шарий, д. е. н.

ORCID ID: 0000-0001-5098-2661

В. Щепак, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0003-2185-1181

І. Єрмакова, к. т. н.

ORCID ID: 0000-0002-2658-1857

Т. Одарюк

ORCID ID: 0000-0003-0454-8615

Національний університет

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.132>

Шарий Г., Щепак В., Єрмакова І., Одарюк Т. Значущість інвайроментальної економіки для розвитку земель сільськогосподарського призначення

У роботі проаналізовано значущість економічних учень і теорій розвитку інвайроментальної економіки. Враховано наукові підходи щодо використання природно-ресурсного потенціалу економікою та внесок економічних теорій у досягнення розвитку земель сільськогосподарського призначення.

Сучасний стан геополітичного економічного опортунізму більшості країн світу негативно впливає на споживання природних ресурсів, що призводить до зниження природно-ресурсного потенціалу, зокрема природної родючості земель сільськогосподарського призначення.

Опортуністичне використання природних ресурсів економікою має негативний вплив на природно-ресурсний потенціал, особливо на землі сільськогосподарського призначення.

Запропоновано структурно-логічну модель функціонування інвайроментальних економічних систем. Її компоненти об'єднано у дві групи. До першої групи належать природні ресурси (зокрема землі сільськогосподарського призначення) та екологічна складова (екологічні нормативи й стандарти). До другої – виробництво (органічне, вуглецеве землеробство, зелену промисловість) та ефективність використання природних ресурсів. Компоненти системи перебувають у взаємозв'язку та взаємозалежності.

Рівновага компонентів інвайроментальної економічної системи забезпечується інструментами екологічної рівноваги. До таких інструментів належать екологічні податки, рентні платежі, санкції та економічні стимули. Результатом їхньої дії є екологізація виробництва, відновлення природних ресурсів, підвищення родючості земель та формування екологічного благополуччя на основі розвитку природно-ресурсного потенціалу.

Функціонування інвайроментальної економічної системи ґрунтується на екологічних, економічних та соціально-ментальних інститутах суспільства.

Зауважено, що держава й суспільство повинні здійснювати регуляторний вплив на суб'єктів господарювання з метою запобігання негативним проявам природної і економічної ентропії.

Визначено високу значущість економічних стимулів екологічної нейтральності, еколого-економічних нормативів, екологічних податків і санкцій, як щодо суб'єктів господарювання, так і щодо країн – екологічних агресорів.

Ключові слова: інвайроментальна економіка, землі сільськогосподарського призначення, екологічна рівновага.

Sharyi H., Shchepak V., Yermakova I., Odariuk T. Importance of environmental economics for agricultural land development

The work examines the significance of economic doctrines and theories in shaping the field of environmental economics. It considers scientific approaches to the utilization of natural resource potential by the economy, along with the contributions of economic theories to the development of agricultural land.

The current state of geopolitical economic opportunism in numerous countries adversely affects the consumption of natural resources, leading to a deterioration of natural resource potential, particularly in terms of the natural fertility of agricultural land.

Such opportunistic exploitation of natural resources by the economy has detrimental consequences for the natural resource base, especially regarding agricultural land.

A structural and logical model for the functioning of environmental economic systems is proposed, with its components grouped into two categories. The first group encompasses natural resources - particularly agricultural land - and ecology, which includes environmental standards and norms. The second group consists of production methods such as organic agriculture, carbon farming, and green industry, as well as the efficiency of natural resource utilization. The components of the system are interconnected and interdependent.

The balance among the components of the environmental economic system is maintained through instruments of ecological equilibrium, which include environmental taxes, rental payments, sanctions, and economic incentives. The impact of these tools leads to greener production practices, the restoration of natural resources, improved soil fertility, and the establishment of ecological well-being, all stemming from the development of natural resource potential.

The effective operation of the environmental economic system is grounded in the ecological, economic, and socio-mental institutions of society.

States and societies should exert regulatory influence on economic actors to mitigate the negative effects of natural and economic entropy.

The paper underscores the crucial importance of economic incentives for achieving ecological neutrality, implementing eco-economic standards, and applying environmental taxes and sanctions, both on business entities and nations identified as ecological aggressors.

Keywords: environmental economics, agricultural land, ecological balance.

Постановка проблеми. Економічні теорії, вчення та наукові школи в різні історичні епохи прагнули описати наявні суспільно-економічні відносини, системи господарювання та визначити найбільш раціональні шляхи перспективного розвитку й ефективної діяльності суб'єктів економічних відносин.

Економічні теорії здебільшого зосереджували увагу на проблемах створення й розподілу матеріальних благ, досягненні економічних переваг, визначенні джерел багатства та добробуту державної влади, а також на пошуку шляхів запобігання та подолання виробничо-економічних криз і негативних соціально-демографічних явищ.

Сучасні геополітичні виклики вимагають концентрації наукової думки у сфері еколого-економічних і еколого-виробничих відносин, які зазнають суттєвого погіршення антропогенного впливу людства на ноосферу та нехтування екологічними цінностями з боку країн-агресорів у війнах проти людства, людяності та довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Учені всього світу перебувають у постійному пошуку методів і механізмів впливу на суспільство, виробничі процеси, споживчу поведінку та ментальність людства з метою раціонального подолання соціально-економічних загроз і екологічних викликів.

Постановка завдання. Наше завдання – вивчення і аналіз економічних учень, наукових шкіл і теорій розвитку інвайроментальної економіки, а також на їхній основі розроблення структурно-логічної моделі функціонування інвайроментальних економічних систем і визначення шляхів подолання економічного опортунізму у

споживанні природних ресурсів та негативного впливу на природно-ресурсний потенціал, зокрема земель сільськогосподарського призначення.

Виклад основного матеріалу. В історичному аспекті особливий внесок у розвиток економічної теорії зробили праці видатних учених-мислителів-Геосіда, Ксенофонта, Арістотеля, Евкліда, Томаса Мальтуса, Девіда Рікардо, Франсуа Кене та інших.

Учені-економісти повинні посісти особливе місце поряд з екологами та природознавцями, адже лише регуляторні норми, ефективні економічні й фінансові механізми, а також система санкцій і стимулів, можуть забезпечити формування інвайроментальної економіки майбутнього – як основи розвитку природно-ресурсного потенціалу для наступних поколінь.

Після наукових досліджень Геосіда, Ксенофонта й Арістотеля та тисячоліття «темних віків», упродовж яких релігійні догми й норми поведінки певною мірою підтримували соціальну й економічну справедливість, ідеї руху до загального блага продовжили Фома Аквінський (1225–1274 рр.) та Ібн Хальдун (1332–1406 рр.). Вони розробили концепцію «соціальної фізики», у межах якої гроші розглядали як відображення людської праці, втіленої у товарах [5; 14]. Фома Аквінський підкреслював важливість товарно-грошових відносин, однак наголошував, що гроші не можуть самі по собі породжувати гроші. Він повертався до релігійних засад єдності моралі та економічного життя, але, на відміну від релігійних пророків, обґрунтовував допустимість відсотків за позики, зазначаючи, що приватна власність більшою мірою відповідає природі людини, ніж колективна [14].

Із давніх часів еволюція економічних знань, теорій і шкіл пройшла складний шлях наукового пошуку, починаючи з ранніх економічних творів Геосіда, який ще у VIII ст. до н.е. вбачав розвиток суспільства тільки в чесній праці [1]. Зародження основ економічного вчення простежується у «Домострої» Ксенофонта (430–355 рр. до н. е.), у працях Платона (427–347 рр. до н. е.) – критика приватної власності та прихильника державного регулювання, а також у працях справжнього титана наукового пізнання, логіки й абстрактного мислення – Арістотеля (384–322 рр. до н. е.), який, попри глибину своїх економічних узагальнень, залишався захисником рабовласницького ладу.

Меркантилізм уперше обґрунтував необхідність державного регулювання господарської діяльності, запровадження пільгового кредитування та субсидіювання національних економік, а також встановлення високих митних тарифів, але на користь торгово-монопольних інститутів, виділяючи гроші, як головне багатство держав, орієнтуючись насамперед на цілі наживи та споживання. За таких умов грошові інтереси переважали морально-етичні, соціальні, екологічні та інші суспільні цінності.

У прірві економічного опортунізму та на вершинах грошових пірамід меркантилізм так і не знайшов шляхи суспільного і геополітичного та суспільного успіху.

Фізіократи на чолі з Франсуа Кене визначали чистий дохід від землі як основу основ національного багатства, а фермерів – як найбільш «продуктивний клас», і водночас купців, промисловиків і ремісників вважали «безплідним класом». У XVII ст. Франсуа Кене мав вплив на К. Маркса, який розвинув теорію комунізму, а також на А. Сахарова, який розвінчував марксистську теорію. На емпіричному рівні пізнання Ф. Кене, визначаючи унікальність природних ресурсів і особливо землі, підвів економічну теорію ближче до сучасних економічних систем, аніж більшість учених економістів не тільки XIX, а й XX століття [12].

Теоретичні наукові праці Адама Сміта (1723–1790 рр.), Томаса Мальтуса (1766–1834 рр.) і Девіда Рікардо (1772–1823 рр.), Дж. Мілла (1806–1873 рр.) завершили процес становлення класичної політичної економії, а теоретичні розробки Ж. Бодена та Девіда Г'юма [2; 6; 10; 11; 13; 16] лише підсилили класичну теоретичну базу політекономії, яка підвела економічну теорію до проблем розвитку виробництва та перерозподілу

доходів від природних ресурсів (ренти). Тріада Адама Сміта: земля, праця та капітал, будучи класичним фундаментом економічного базису, слугувала вченому як опора у дослідженнях про природу і джерела добробуту народів, посередництво дії «невидимої руки ринку у концепції вільного ринку». На думку вченого, завдяки власному приватному інтересу повинні вигравати всі [16]. Ідеї А. Сміта підсилив Д. Рікардо, але відокремивши особливу значущість землі та інших природних ресурсів у теорії ренти [13].

Опираючись на класичні економічні вчення, сучасні економічні теорії і школи продовжують пошук економічної істини, часто переплітаючись та запозичуючи ідеї, отримуючи синергетичні результати, поєднуючи економіку з природничими науками, соціальними, екологічними, релігійними та правовими інститутами і геополітикою. Марксизм Карла Маркса, розвиваючи теорію трудової і прибавочної вартості, фактично описав теорію капіталу, як тогочасну об'єктивну модель економічного опортунізму і розвиток протиріч капіталістичної системи [4].

Маржиналісти австрійської школи сформували теорію граничної корисності, описуючи економічні процеси і розвиток з позицій теорії вартості. Неокласицизм економічних шкіл, опираючись на маржиналізм, моделюючи економічну істину, сформував економічні школи: математичну, американську, кембриджську та австрійську. Представники шкіл розглядали суто економічні моделі і визначили зміст економічної науки світу, де переважають суб'єктивізм, статистичні методи аналізу, граничні величини, чисто ринкові теорії, економічно нейтральні до політики і соціальних чинників, виключно з позиції відомої моделі: «попиту-пропозицій». Вказані школи об'єднують методичний економічний індивідуалізм, раціоналізм чисто-економічної поведінки економічних агентів в умовах ринкових рівноваг.

Німецький біолог Е. Геккель у 1866 році дав визначення екології як «економіки природи». У результаті цей термін набув світового визнання [8]. Екопотенціальний ріст споживання природних ресурсів після промислової революції людство розглядало як нормальний шлях прогресу. Проте з 1930-х років економісти зауважили моделі управління невідновними ресурсами, зокрема правило Хотеллінга. У працях учених уперше порушено проблеми, пов'язані з використанням невідновних природних ресурсів.

Дослідник Т. Мальтус у 1798 р. описував катастрофу перенаселення, Д. Мілл визначив необхідність розвитку і приведення до сталого стану економіку, щоб та не перевищувала несучу здатність екосистеми планети, що переплітається з доповіддю Римського клубу «Межі зростання» (1972 р.) [6; 13], де відзначалось, що споживання природних ресурсів в 1,5 рази більше ніж регенерує планета, а в деяких країнах – у 4–5 разів. Ці тенденції вивчав А. Сміт у праці «Багатство народів», де вказував, що з часом природні ресурси збіднюють, а розподіл досягне меж ефективності, визначаючи 200-літній період росту, а потім перехід до стабільної чисельності людства [16].

Джон Кейне відзначав, що любов частини людства до наживи ставить власні цілі вище за засоби [9]. Н. Георгеску-Роген у праці «Закон ентропії і економічний процес» (1971 р.) доводив, що другий закон термодинаміки визначає межі економічного зростання, а ріст ентропії в економіці формує екологічні межі, яких вона може досягти [7]. Ернст Шумахер у праці «Прекрасне в малому: вивчення економіки з огляду на інтереси людей» (1973 р.) проаналізував екологічні наслідки економічного зростання та запропонував концепцію «буддійської економіки». [15].

У 1990 році вчені Г. Дейлі, Р. Констанца, А. Янссон, Д. Мартінес-Альєр створили «Міжнародне товариство екологічної економіки», визначивши три основні положення:

- економіка вбудована в природу, а економічні процеси є біологічними, фізичними і хімічними процесами перетворення природи;
- екологічна економіка – місце зустрічі екологів і економістів;
- екологічна економіка – вимагає наукових міждисциплінарних досліджень, де економічні процеси пов'язані з фізичною реальністю.

По суті, екологічна економіка є своєрідним синергетичним синтезом неокласичної та ресурсної економіки у поєднанні з економікою природокористування і традиційною екологією. Незалежно від рівня ефективності виробництва, природні ресурси неминуче виснажуються, а економічна ентропія у Всесвіті продовжує зростати.

Незважаючи на те, що на теренах України започатковане вчення В. Вернадського про ноосферу, плату за природокористування почали вводити тільки з 1988 року. Екологічна ціна економічних благ дуже висока, але ціна природних ресурсів ще вища. Екологічна революція суспільної свідомості, започаткована В. Вернадським, привела людство до інвайроменталогії, що породила інвайроменталізм, як соціальний екологічний рух.

Держави не можуть його ігнорувати і, формуючи парадигму соціально-відповідального управління, враховуючи обмеженість природних ресурсів, формують елементи інвайроментальної безпеки та інвайроментальні економічні системи країн.

На цих засадах розроблено структурно-логічну модель функціонування інвайроментальної економічної системи (рис.).

Запропонована модель об'єднує компоненти системи у дві групи. До першої групи належать природні ресурси, зокрема землі сільськогосподарського призначення та екологія (екологічні нормативи та стандарти). До другої – виробництво (органічне, вуглецеве землеробство, «зелену промисловість») та ефективність використання природних ресурсів. Усі компоненти системи перебувають у тісній взаємодії та взаємозалежності.

Рівновага компонентів інвайроментальної економічної системи забезпечується інструментами екологічної рівноваги. До інструментів віднесено екологічні податки, рентні платежі, санкції та економічні стимули. Результатом дії інструмента екологічної рівноваги є екологізація виробництва, відновлення природних ресурсів, підвищення родючості земель та формування екологічного благополуччя на основі розвитку природно-ресурсного потенціалу. Забезпечення функціонування інвайроментальної економічної системи опирається на екологічні, економічні та соціально-ментальні інститути суспільства.

Місія інвайроментальної економіки реалізована та впроваджена в низці європейських країн і передбачає:

- справедливую оцінку потенціалу суспільних благ навколишнього природного середовища і обмежених природних ресурсів;
- оцінку і зіставлення витрат та результатів у сфері споживання і заміненості природних ресурсів, як обґрунтування раціонального суспільного вибору;
- моніторинг, вивчення та попередження ринкових провалів використання ноосфери;
- моніторинг, економічну оцінку та обчислення еколого-економічних екстерналій, таких як зовнішні негативні екологічні ефекти, а також індексацію факторів, процесів і результатів;
- методи і системи оцінки екологічних збитків від екологічної агресії, забруднення, споживання ресурсів, війни;
- розробку світових стандартів, нормативів, стимулів і санкцій;
- формування моделей і механізмів регулювання раціонального соціально-економічного середовища.

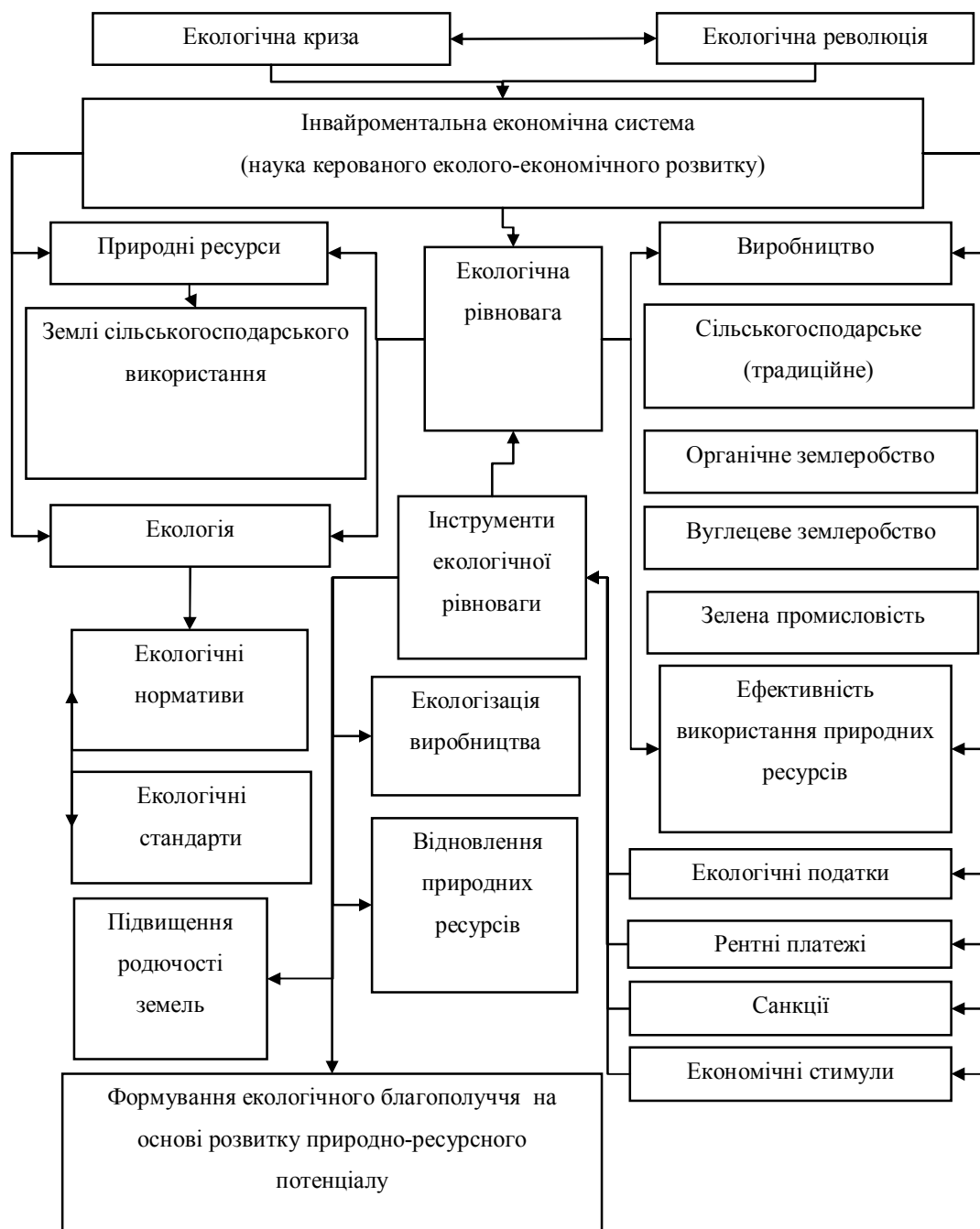


Рис. Структурно-логічна модель функціонування інвайроментальної економічної системи

Інвайроменталізм відображає не тільки необхідність урахування обмеженості природних ресурсів, а й вимагає врахування маркетингом негативного впливу на природу, коли збільшується споживання та ігноруються негативні наслідки для довкілля.

Учені постійно досліджують питання в межах еколого-економічної сфери. Нобелівська лауреатка з економіки Еліно́р Остро́м (2009 р.) розробила оптимальний інституційний механізм управління природними ресурсами. Разом із

Олівером Вільямсоном (2009 р.), представником нового інституціоналізму, вони запропонували модель управління, у якій екологічні ресурси використовуються без приватизації, без одержавлення, у безпосередньому взаємозв'язку «людина–природа» [3; 17].

Еколого-економічна об'єктивна реальність опирається на постулати економічної нейтральності, інвайроменталізму, раціонального і ефективного природоресурсного користування, еколого-безпечну інноваційну економіку з мінімальним

навантаженням і мінімальною ентропією екосистем, забезпечує не лише споживання ресурсів, а й приріст природно-ресурсного потенціалу.

Земля – виробничий ресурс і компонент навколишнього середовища, яке є полем життєдіяльності людини і складовою природно-ресурсного потенціалу. Тому використання землі повинно мати екологобезпечний характер.

Державне регулювання господарської діяльності відображене у політиці економічного стимулювання, що передбачає виділення коштів власникам землі й землекористувачам з метою компенсації тих затрат, які вони спрямовують на підвищення родючості ґрунтів і запобігання негативних явищ у землекористуванні, виробництво екологічно чистої суспільно необхідної продукції, створення сприятливої грошово-фінансової та податкової політики, дотацій, субвенцій тощо.

Пріоритет треба надавати екології над економікою. Під час визначення шляхів вирішення народногосподарських, соціально-економічних та інших завдань необхідно віддавати перевагу такому використанню землі, яке завдає мінімальної шкоди навколишньому середовищу, та, відповідно, суспільству.

За результатами дослідження визначено, що в реальній інвайроментальній економічній системі спожитий ресурс підлягає відновленню і приросту за умови, якщо:

- кошти від вирубки лісів (лісова рента) в Україні (1 млрд 100 млн грн, як плата за спеціальне використання лісових ресурсів (1 куб сосни – 304 грн), цілком спрямовуються на лісовідновлення і лісопосадки, та лісоутримання (у Великобританії рента вдвічі вища, ніж плата в Україні);

- земельна рента в Україні до 2022 року становила близько 27 млрд грн, або приблизно 500 грн за 1 га земель усіх категорій. Для сільськогосподарських земель рента коливалася від 0,3 до 5 % від нормативної грошової оцінки ріллі, що становить близько 100–1500 грн за 1 га на рік. У Європі рента зазвичай становить від 1,6 до 3,4 % від вартості землі. Наприклад, у Данії, де вартість 1 га становить близько 20 тис. євро, податок на землю сягає 300–650 євро за 1 га на рік, тобто приблизно у 100 разів перевищує український рівень. Роботи з докорінного поліпшення земель (меліорації) в Україні фактично припинені, а кошти від ренти не інвестуються у відновлення та поліпшення земель.

Окрім рентних платежів, екологічні податки у державних фінансах країн Європи становлять близько 400 млн євро за умови їх цільового використання (забруднення, транспорт і енергію).

Цілі екологічного курсу та досягнення екологічної нейтральності України залишаться нездійсненими попри всі декларативні заяви та зусилля посадовців, якщо не будуть здійснені кроки з формування екологічно орієнтованої економіки. Необхідно забезпечити раціональне використання природних ресурсів, а також сплату та цільове спрямування рентних платежів на відновлення і розвиток природно-ресурсного потенціалу України.

Особливо далекі до цілей інвайроментальної економіки наявні в Україні державні нормативи платежів ренти за спеціальне лісокористування, використання прісних вод та землі. Низькі ренти за вирубані ліси, використану воду і природну родючість земель дорого обійдуться не лише нинішньому поколінню, а й прийдешнім.

Без послідовної еколого-економічної політики, орієнтованої на цільове використання рентних платежів та екологічних податків, Україна не зможе відновити природно-ресурсний потенціал та родючість земель. Більш того, і не втримає ситуацію, коли ентропія поступово поглинати території, населені пункти, річки, тваринний та рослинний світ, а також населення, приріст якого в Україні є одним із найнижчих у світі.

Висновки. Вивчення та аналіз економічних учень, наукових шкіл і теорій розвитку інвайроментальної економіки показали, що вчені в постійному пошуку економічних теорій та різних варіантів вирішення еколого-економічних проблем. Найбільш поширеною концепцією є формування інституціональної інвайроментальної економіки, яка раціонально вбирає ідею еколого-економічних компромісів, передбачаючи економічне зростання та збереження природно-ресурсного потенціалу.

Автори розробили структурно-логічну модель функціонування інвайроментальної економічної системи, основними компонентами якої є природні ресурси, екологія, виробництво та ефективність використання природних ресурсів. Компоненти системи перебувають у взаємодії та взаємозалежності. До системи також належать інструменти забезпечення екологічної рівноваги, такі як екологічні податки, рентні платежі, санкції та економічні стимули. Результат застосування цих інструментів – екологізація виробництва, відновлення природних ресурсів, підвищення родючості земель та формування екологічного благополуччя на основі розвитку природно-ресурсного потенціалу.

Визначено шляхи подолання економічного опортунізму щодо споживання природних ресурсів

та негативного впливу на природно-ресурсний потенціал:

- необхідно сформувати світову та державну економічну систему стимулів, санкцій та еколого-економічних нормативів для збереження природно-ресурсного потенціалу. До країн-агресорів, як військових так і екологічних, які знищують природно-ресурсний потенціал планети, басейни рік, морів і океанів, необхідно накладати світові економічні санкції, які компенсують заподіяну шкоду довкіллю і дадуть змогу відновити природно-ресурсний баланс екосистем;

- державне регулювання господарської діяльності має бути спрямоване на економічне стимулювання господарюючих систем або окремих суб'єктів до пошуку балансу між економічною доцільністю використання природно-ресурсного потенціалу та його відновленням, без чого економічна ситуація лише погіршуватиметься.

- необхідно встановити в Україні нормативи рентних платежів на рівні країн Європи, що створить еколого-економічний фундамент для збереження та розвитку природно-ресурсного потенціалу. Наразі занижені та несправедливі рентні платежі за використані природні ресурси та екологічні податки підривають економічну, фінансову та геополітичну стійкість України і погіршують стан природно-ресурсного потенціалу країни.

На основі вивчення та аналізу економічних вчень, наукових шкіл і теорій розвитку економіки розроблено структурно-логічну модель функціонування інвайроментальної економічної системи, а також запропоновано шляхи подолання економічного опортунізму у споживанні природних ресурсів та його негативного впливу на природно-ресурсний потенціал. Це основа збереження та розвитку природно-ресурсного потенціалу, формування екологічного благополуччя, соціальної справедливості та добробуту населення.

Бібліографічний список

1. Гесіод. Походження богів. Роботи і дні. Щит Геракла / переклад А. Соломора. Київ: Апріорі, 2020. 136 с.
2. Г'юм Д. Трактат про людську природу / пер. П. Насади. Київ: Всесвіт, 2003. 552 с.
3. Остром Е. Керування спільним. Еволюція інституцій колективної дії / пер. Т. Монтян. Київ: Наукова література. Наш час, 2012. 400 с.
4. Маркс К., Енгельс Ф. Капітал : Т. I. Твори: 2-ге вид. Київ: Держполітвидав УРСР, 1969. 601 с.
5. Alatas S. F. Ibn Khaldun : Makers of Islamic Civilization / Oxford : Oxford Centre for Islamic Studies, 2012. 160 p. URL: https://ia902906.us.archive.org/32/items/ibn-khaldun/ibn-khaldun_text.pdf (дата звернення: 19.02.2025).
6. Bodin J. Vniuersae Natvrae Theatrvum, in qvo rervm omnivm effectrices causae fines contemplantur, 1596 URL: https://projects.iq.harvard.edu/files/bodinproject/files/bodin_iuris_distributio_1578_compressed_with_adobe_9.pdf?m=1445265283 (дата звернення: 19.02.2025).
7. Georgescu-Roegen N. The Entropy Law and the Economic Process. Hardcover, 1971. 472 p.
8. Haeckel E. Generelle Morphologie der Organismen / Berlin : Druck und Verlag von Georg Reimer, 1866. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/22319#page/13/mode/1up> (дата звернення: 19.02.2025).
9. Keynes J. M. The General Theory of Employment, Interest, and Money. 1935. URL: https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366_KeynesTheoryofEmployment.pdf (дата звернення: 19.02.2025).
10. Malthus T. An Essay on the Principle of Population / London : Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard, 1798. URL: <https://math.uchicago.edu/~shmuel/Modeling/Malthus,%20An%20essay%20on%20the%20principle%20of%20population.pdf> (дата звернення: 19.02.2025).
11. Mill J. S. Principles of Political Economy / abridged by J. L. Laughlin. New York : D. Appleton and Company, 1885.
12. Quesnay F. The Economical Table. University Press of the Pacific, Media Books, 2004. 256 p.
13. Ricardo D. The Works and Correspondence of David Ricardo. On the Principles of Political Economy and Taxation. Vol. 1 / Edited by P. Sraffa with collaboration of M. H. Dobb. 2004. 509 p.
14. Schaff P. Thomas Aquinas. The New Schaff-Herzog Encyclopedia of Religious Knowledge. Vol. 12. Grand Rapids, Michigan: Baker Book House, 1953. C. 422–423.
15. Schumacher E. F. Small Is Beautiful: A Study of Economics as if People Mattered. Vintage Classics, Random House, 1973. 259 p.
16. Smith A. An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. URL: <https://www.rrojasdatabank.info/Wealth-Nations.pdf> (дата звернення: 19.02.2025).
17. Williamson O. E. Markets and Hierarchies : Analysis and Antitrust Implications. New York: The Free Press, 1975. 288 p.

Стаття надійшла 20.02.2025

УДК 631.618

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

А. Волощак, аспірант

ORCID ID: 0009-0000-1230-9484

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.139>

Волощак А. Теоретичні засади розвитку міського землекористування

Досліджено теоретичні засади розвитку міського землекористування та еволюцію його наукових концепцій у світовій і вітчизняній практиці. Визначено сутність, зміст та структурні елементи міського землекористування, розкрито його роль у забезпеченні сталого розвитку міст, підвищенні ефективності використання земельних ресурсів та формуванні комфортного міського середовища. Проаналізовано основні наукові підходи до трактування поняття «міське землекористування» у вітчизняній та зарубіжній науковій літературі, зокрема економіко-географічний, соціально-екологічний, просторово-планувальний і системний. Розкрито класичні моделі просторової організації міста – концентричних зон, секторну та множинних ядер, які заклали основи аналізу функціональної структури міських територій; економічну теорію землеренти, що формалізувала взаємозв'язок вартості землі, відстані до центру та інтенсивності використання, а також соціально-урбаністичні концепції і критичні підходи, які розкрили роль соціальних і політичних чинників у формуванні простору міста. Сучасні напрями досліджень представлені теоріями агломераційних ефектів, моделями складних урбаністичних систем та розвитком GIS- і агент-орієнтованих підходів, що дозволяють моделювати сценарії просторових трансформацій. Подано еволюцію наукових уявлень про розвиток міських територій: від концепцій раціонального використання земель до сучасних моделей сталого урбаністичного розвитку, що інтегрують екологічні, соціально-економічні та технологічні чинники. Особливу увагу приділено сучасним українським дослідженням, які поєднують геоінформаційні технології, супутниковий моніторинг, правове та еколого-економічне моделювання землекористування. Висвітлено впровадження Національного містобудівного кадастру як інструменту цифрового управління територіями та інтеграції просторових даних. Обґрунтовано перспективність інтегрованого підходу до аналізу міського землекористування, який поєднує економічні, соціальні, правові та екологічні аспекти, спрямовані на забезпечення сталого, поліцентричного та кліматично стійкого розвитку українських міст.

Ключові слова: міське землекористування, моделі міського розвитку, урбаністична економіка, GIS-моделювання, сталий розвиток, агломераційні ефекти, просторове планування.

Voloshchak A. Theoretical foundations of urban land use development

The article is devoted to the theoretical foundations of urban land use development and the evolution of its scientific concepts in both global and domestic practice. The essence, content, and structural elements of urban land use are defined, and its role in ensuring sustainable urban development, improving the efficiency of land resource utilization, and forming a comfortable urban environment is revealed. The main scientific approaches to interpreting the concept of “urban land use” in Ukrainian and foreign academic literature are analyzed, including economic-geographical, socio-ecological, spatial-planning, and systemic approaches. Classical models of urban spatial organization – concentric zones, sectoral, and multiple nuclei – are examined as the foundation for analyzing the functional structure of urban territories. The economic theory of land rent, which formalized the relationship between land value, distance from the city center, and intensity of land use, as well as socio-urban and critical approaches that highlighted the influence of social and political factors on urban space formation, are explored. Modern research directions are represented by theories of agglomeration effects, models of complex urban systems, and the development of GIS- and agent-based approaches that enable the modeling of spatial transformation scenarios. Thus, the study presents the evolution of scientific views on urban territory development – from the concepts of rational land use to contemporary models of sustainable urban development that integrate ecological, socio-economic, and technological factors. Particular attention is paid to modern Ukrainian studies that combine geoinformation technologies, satellite monitoring, legal and ecological-economic modeling of land use. The introduction of the National Urban Cadastre is highlighted as a tool for digital territorial management and spatial data integration. The article substantiates the relevance of an integrated approach to the analysis of urban land use, combining economic, social, legal, and environmental aspects aimed at ensuring sustainable, polycentric, and climate-resilient development of Ukrainian cities.

Keywords: urban land use, urban development models, urban economics, GIS-modeling, sustainable development, agglomeration effects, spatial planning.

Постановка проблеми. Міське землекористування є ключовим чинником формування просторової структури міст, організації житлових, промислових, комерційних та рекреаційних функцій, а також ефективного використання земельних ресурсів.

В Україні актуальність проблеми зростає через особливості пострадянського планування, швидку урбанізацію, потребу в цифровізації кадастрових та планувальних даних, а також через необхідність врахування екологічної стійкості міст. Сучасні дослідження демонструють важливість інтеграції геоінформаційних технологій, супутникового моніторингу та агент-орієнтованих моделей для прогнозування просторових трансформацій.

Отож, проблема полягає у необхідності розробки комплексного, інтегрованого підходу до аналізу та управління міським землекористуванням, який би поєднував економічні, соціальні, правові та екологічні аспекти, забезпечуючи сталий, поліцентричний та кліматично стійкий розвиток українських міст.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні десятиліття у світі спостерігається значне зростання інтересу до проблем міського землекористування, що пов'язано з інтенсивною урбанізацією, розвитком цифрових технологій та зростанням екологічної свідомості. Зарубіжні дослідження охоплюють як класичні підходи, так і сучасні концепції інтегрованого аналізу міських

територій. Українські науковці поступово інтегрують міжнародні методи аналізу міського землекористування з локальними потребами: цифровізацією, екологічною стійкістю, соціальною інклюзією та ефективним управлінням територіями. Це створює основу для подальшого розвитку інтегрованих моделей управління міським простором, що зумовлює необхідність проведення досліджень у цьому напрямку.

Постановка завдання. Наше завдання – дослідити теоретичні засади, основні напрямки і тенденції розвитку міського землекористування зарубіжними та українськими науковцями.

Виклад основного матеріалу. Міське землекористування у класичному розумінні – це просторовий розподіл різних функцій (житло, промисловість, торгівля, відпочинок тощо) у межах міської системи, що формується під впливом економічних, транспортних, соціальних і політичних факторів. У закордонних дослідників вивчають його через моделі розміщення, економічні теорії ренти та соціально-політичні інтерпретації. Аналіз цього поняття у зарубіжній літературі здійснюється на перетині економіки простору, соціології, планування та геоінформаційних технологій. Історично сформовані теоретичні моделі дають різні ракурси – від формалізованих економічних кривих до критичних політико-економічних інтерпретацій та практичних інструментів моделювання міських змін (рис.).

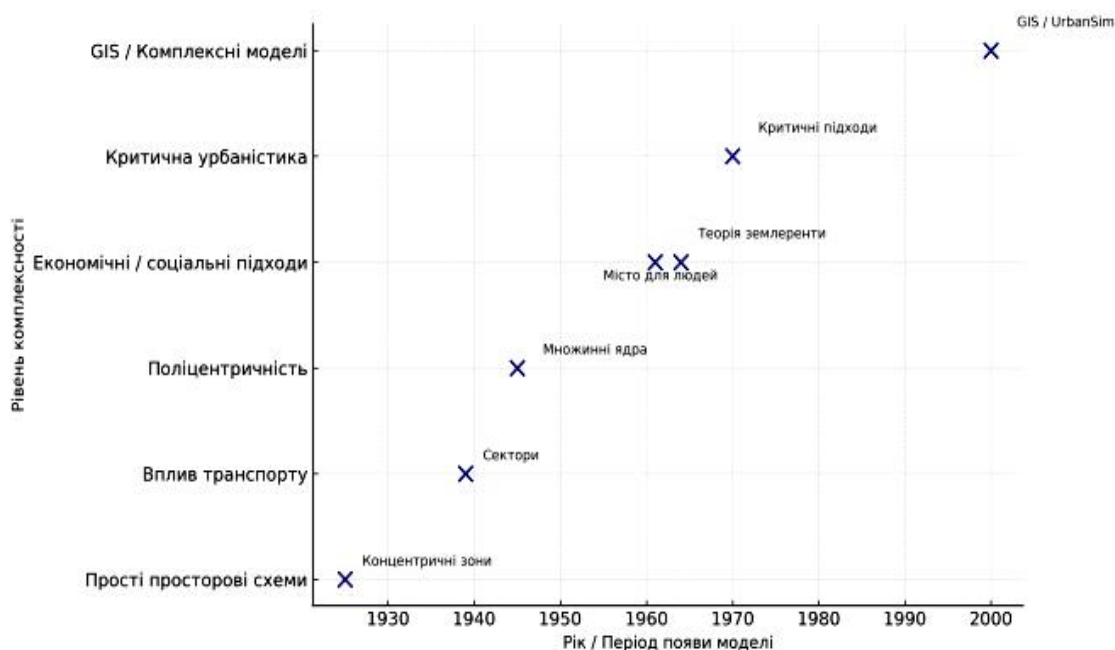


Рис. Еволюція моделей міського землекористування

На початку XX ст. для розвитку міського землекористування була характерна класична просторова модель його формування. Ернест Берджесс [1] уявляв місто як систему концентричних кілець навколо центрального ділового району (CBD), де кожне «кілце» має типові функціональне призначення та соціально-економічний склад населення. Модель історично пояснює урбаністичну структуру індустріального міста на прикладі Чикаго і є корисною як перший спрощений аналітичний каркас для розуміння зонування і радіальної диференціації вартості землі. Проте модель ігнорує роль транспортної осі та кілька центрів впливу, що обмежує її застосування до сучасних поліцентричних метрополій [1]. Гомер Хойт запропонував ідею «секторів» розвитку, де вулиці та транспортні коридори формують клиноподібні сектори – замість кілець, які простягаються від центру до периферії. Модель підкреслює роль транспортного зв'язку і напрямків розширення міста, що робить її корисною для аналізу впливу інфраструктури на розміщення житла та промисловості [2]. Гарріс та Ульман запропонували підхід, де місто має не один, а декілька ядер (ядра комерції, промислові вузли, аеропорти, університети тощо). Модель адекватно відображає сучасні метрополісні структури з кількома центрами тяжіння та пояснює поліцентричність, зміни функцій сусідства і розвиток субцентрів [3]. Класичні моделі дають інструмент для категоризації просторової організації і для первинного порівняння планувальних трендів, однак потребують доопрацювання з урахуванням сучасних транспортних, економічних і технологічних змін. У 60-х роках XX ст. розвивається економічна теорія розташування землекористування, поняття з урбаністичної економіки (особливо праці Вільяма Алонсо та далі – *bid-rent* функції), яка формалізує, як різні користувачі (житло, промисловість, торгівля) «оцінюють» землекористування від його віддаленості від центру, транспорту та інших послуг [4]. У центрі міста земля обмежена, тому конкуренція найбільша → орендна плата/ціна висока. Чим далі від центру – вартість землі падає, бо зростають витрати на транспорт і знижується доступність. Різні групи користувачів (торгівля, промисловість, житло різного рівня доходу) мають свої криві «готовності платити» → вони займають різні зони міста. Такий підхід корисний у моделях оптимізації землекористування й у прогнозуванні економічних наслідків змін у транспорті чи політиці. Криві *bid-rent* пояснюють, чому земельна рента зростає ближче до центрів і як це формує просторову

диференціацію цін і використання. Соціально урбаністичний напрям розкриває Джейн Джейковс, наголошуючи на значенні мікросоціальних процесів, «вулиці як сцени життя», змішаному використанні, високій щільності й «самоорганізації» міських кварталів [5]. Вона критикувала модерністські рецепти планування і зауважувала, що якість міського середовища часто залежить від локальних практик і життєздатності вулиць. Ці ідеї важливі при оцінці впливу планувальних рішень на життєздатність кварталів і соціальну стійкість. Генрі Лефевр та Девід Гарві запропонували критичні інтерпретації простору як продукту соціальних відносин і капіталістичних процесів: «право на місто» означає колективний контроль над простором, тоді як урбанізація часто функціонує як механізм накопичення капіталу (спекуляція землею, редевелопмент). Ця перспектива підкреслює питання нерівності в доступі до землі та ролі політики у формуванні землекористування [5; 6]. Шейла Фостер зазначає, що треба визначити та захистити спільні ресурси й інтереси у міських спільних благах за допомогою обмежених прав доступу та стратегій спільного управління, які зберігають та використовують наявні соціальні мережі для управління спільними міськими ресурсами [14].

Розвиток теорії міського землекористування у руслі досліджень агломераційних ефектів аналізував Е. Глезер, який розглядав міста осередками накопичення знань, інновацій та продуктивності, де концентрація економічної активності створює позитивні зовнішні ефекти. Географічна близькість суб'єктів сприяє обміну інформацією, формуванню спільних ринків праці та підвищенню ефективності виробництва [12]. Г. Дюрантон і Д. Пуга розвинули цю теорію, запропонувавши модель трьох механізмів агломерації – спільне використання ресурсів (*sharing*), навчання (*learning*) та узгодження (*matching*). Науковці довели, що саме ці процеси пояснюють просторову концентрацію виробництва й населення, а отже – формують закономірності розвитку землекористування. Доповнили ці моделі емпіричними вимірюваннями продуктивності міст і показниками щільності [11].

За твердженням Дюрантон Г. та Пуга Д., міське землекористування – ключовий чинник формування фізичного середовища, в якому живе більшість населення світу. Воно визначає організацію та взаємозв'язок різних локацій, які відвідують або прагнуть відвідувати мешканці міст. Відтак розширення міського землекористування впливає не лише на розподіл значних ресурсів, спрямо-

ваних на житловий фонд, комерційну нерухомість, відкриті простори та транспортну інфраструктуру, а й потенційно змінює функціонування ринку праці та ринків споживчих товарів. Окрім того, воно визначає можливості підприємств у виробництві продукції. У ширшому контексті такі трансформації землекористування можуть мати суттєві наслідки для суспільного добробуту та соціальної справедливості [11]. Учені з різних дисциплін визнають важливість соціального капіталу для міських громад та згубний вплив його втрати на них.

Дослідники Qian J., Peng Y., Luo C., Wu C., Du Q. вивчають економічні умови розвитку землекористувань міст, які зумовлені впливом ринкових сил, і зазначають: доки гранична вигода від використання міських земель перевищує вигоду від сільськогосподарського використання, процес урбанізації продовжується. Водночас функціонування виключно ринкового механізму розподілу міських земельних ресурсів може спричинити ринковий дисбаланс, зокрема нерівність у розподілі вигод та втрату державних земельних активів. Для відображення суспільних інтересів уряд має змогу застосовувати різноманітні політичні інструменти з метою прямого чи опосередкованого регулювання простору міст, враховуючи його місце, темпи, строки, якість та вартість. У глобальному контексті, із поширенням концепцій і підходів, таких як Новий урбанізм, Розумне зростання та Компактне місто, дедалі активніше підтримуються ідеї сталого розвитку та здійснюється контроль над розширенням міських територій через відповідні політичні механізми [13].

Останні теоретичні тренди виходять за межі простих градієнтів і розглядають міста як складні мережеві системи: акценти на потоках людей, інформації, товарів; самоорганізації; нелінійності й масштабних закономірностях. Майкл Бетті і колеги просувають підхід «science of cities», де просторові структури витікають із мережових зв'язків і динаміки потоків – це важливо, коли пояснюють мультицентровість, зростання субцентрів і просторові патерни, які не вкладаються в монцентристську модель. У контексті цифрової урбаністики цей підхід еволюціонує до урбаністичної інформатики (*urban informatics*), де аналіз великих даних про мобільність, транспорт і споживання ресурсів допомагає виявити закономірності просторової поведінки та прогнозувати зміни у структурі землекористування [8].

Із 2000-х років теоретичні дослідження міського землекористування почали інтегруватися з просторовим моделюванням і ГІС-технологіями.

Однією з найвідоміших систем стала модель *UrbanSim*, розроблена П. Вадделлом [9]. Вона дозволяє моделювати взаємозв'язки між використанням землі, транспортною інфраструктурою та соціально-економічними характеристиками населення. Інші моделі, як-от *SLEUTH*, базуються на клітинно-автоматному підході й дозволяють прогнозувати територіальне розростання міст залежно від параметрів забудови та природних обмежень [10].

Такі підходи сприяли переходу від статичних до динамічних теорій землекористування, де просторові процеси розглядаються як результат поведінки агентів, політичних рішень і технологічних змін. Отже, моделі стають не лише аналітичними, а й нормативними інструментами для оцінки сценаріїв розвитку територій.

Сучасна теорія міського землекористування інтегрує принципи сталого розвитку та екологічної урбаністики, які підкреслюють необхідність балансу між економічним зростанням, соціальною рівністю та збереженням природного середовища. На думку Дженкс і Берджесс, концепція «компактного міста» спрямована на зменшення просторової фрагментації, оптимізацію використання інфраструктури та мінімізацію екологічного сліду [15]. У межах цього підходу питання розподілу землі пов'язують із якістю життя, адаптацією до кліматичних змін і розвитком зеленої інфраструктури [16]. Теорії інтенсивно інтегрують екологічні критерії: зелені інфраструктури, біорізноманіття, адаптація до зміни клімату, «компактне місто». Останні рамки поєднують економічні моделі з екологічною міською наукою – щоб виміряти *trade-offs* між щільністю, якістю життя та екосистемними послугами. Це ключове для управління територіями міст, що мають одночасно економічну ефективність і кліматичну/екологічну стійкість.

Для одержання швидкого результату у світовій практиці використовують ГІС-технології та агент-орієнтовані моделі, як методи складних систем, які дозволяють перетворювати дослідження землекористування: від просторової симуляції та аналізу сценаріїв до інтеграції транспортно-екологічних зв'язків (*UrbanSim*, *Cellular Automata*, *Agent-based models*). Сучасні моделі дають змогу не тільки описувати поточні умови використання землекористування, а й здійснювати моніторинг за щільністю, регулюванням забудови, транспортними інвестиціями у вигляді сценаріїв.

У табл. 1 охарактеризовано сильні та слабкі сторони функціонування систем та їхнє застосування в Україні.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця моделей міського землекористування

Модель / Автор	Припущення	Сильні сторони	Слабкі сторони	Застосування в Україні
Концентричних зон (Burgess, 1925)	Місто розвивається радіально від центру; суспільні групи та функції розташовані кільцями	Простота; пояснює історичні урбаністичні структури; дає базове зонування	Ігнорує транспортні осі, поліцентричність, індивідуальні відмінності міст	Корисна для аналізу старих центрів індустриальних міст (Київ, Харків), але неадекватна для поліцентричних агломерацій
Секторна (Hoyt, 1939)	Розвиток міста відбувається у секторах уздовж транспортних коридорів	Враховує інфраструктуру; пояснює вплив транспорту на землекористування	Занадто лінійне трактування; мало уваги вторинним центрам	Актуальна для аналізу впливу нових автомагістралей, швидкісного транспорту, розвитку передмість
Множинних ядер (Harris & Ullman, 1945)	Місто має кілька функціональних центрів (ядра)	Відображає поліцентричність; гнучка; придатна для сучасних метрополій	Менш формалізована; складніше застосувати без даних	Дуже актуальна для Києва, Львова, Одеси, де є субцентри (торгові зони, кампуси, промзони)
Теорія землеренти (Alonso, 1964; bid-rent)	Вартість землі визначається відстанню до центру/транспорту; користувачі конкурують за доступні місця	Економічна точність; формалізовані моделі; прогнозування ринку землі	Ігнорує соціальні й культурні чинники; потребує якісних даних	Використовується у плануванні редевелопменту, аналізі вартості землі; актуально для міст із активним ринком нерухомості (Київ, Львів)
Jacobs (1961) – «Місто для людей»	Життєздатність міста визначається вулицями, щільністю, змішаним використанням	Соціальна орієнтованість; пояснює якість життя й мікрорівень	Відсутність формалізації; не дає прогнозних моделей	Важлива для «людиноцентричного» планування, реконструкції історичних центрів, партисипативного підходу
Lefebvre (1968), Harvey (1970–2000) – критичні підходи	Простір – соціально-політичний продукт; доступ до міста визначається владою та капіталом	Розкривають нерівність, соціальну справедливість; враховують політику	Менш придатні для технічних прогнозів; складність операціоналізації	Актуальні для аналізу конфліктів забудови, захисту громадських просторів, участі громади
Batty та ін. (1990–2020) – GIS, агент-орієнтовані моделі, UrbanSim	Місто – складна система; можлива симуляція агентів і сценаріїв	Висока точність; інтеграція даних (транспорт, екологія, демографія)	Високі вимоги до даних і технічних ресурсів	Найбільш актуальні для стратегічного планування агломерацій (Київська, Харківська, Дніпровська)

Як бачимо із табл. 1, в Україні корисно комбінувати класичні моделі (для опису напрямів розвитку), економічні (для аналізу вартості землі), соціально-критичні (для оцінки впливу на громади) та сучасні GIS/моделювання (для сценаріїв просторового розвитку). Особливо перспективне поєд-

нання моделей множинних ядер + GIS-симуляцій, адже більшість великих українських міст зараз перетворюються на поліцентричні агломерації.

Дослідження міського землекористування в Україні останніми роками інтенсивно розвиваються в кількох взаємопов'язаних напрямках:

застосування ГІС і супутникового моніторингу для відстеження змін земного покриття; розробка інструментів інституційного та правового регулювання землекористування; інтеграція природоорієнтованих (синьо-зелених) рішень у міській державній політиці; а також цифровізація містобудівної

інформації (*Urban Planning Cadastre*) як базової платформи для просторового планування та відновлення після руйнувань. Ці напрями доповнюють один одного та створюють практикоорієнтований і водночас теоретично ґрунтовний масив знань про трансформацію українських міст (табл. 2).

Таблиця 2

Методологічна специфіка сучасних українських досліджень

№	Автор / Рік	Основний метод або підхід	Тип даних	Джерела даних	Часовий інтервал аналізу	Основні результати / акценти
1	2	3	4	5	6	7
1	Пивовар П. В. (2022, 2023)	Геоінформаційний аналіз змін земного покриття	Супутникові зображення (Sentinel-2, Google Dynamic World), кадастрові межі	Google Earth Engine, відкриті шари ДЗК, OpenStreetMap	2016–2022	Класифікація змін у структурі землекористування громад, виявлення тенденцій урбанізації та деградації зелених зон
2	Соловій І. (2024)	Інтеграція ГІС-аналізу з природоорієнтованими рішеннями (BGI)	Картографічні та гідрологічні шари, цифрові моделі рельєфу	QGIS, DEM (SRTM), карти зелених насаджень	2015–2023	Просторова оцінка ефективності синьо-зеленої інфраструктури для зниження поверхневого стоку у містах
3	Третяк А. М. (2020)	Організаційно-економічний та нормативно-правовий аналіз	Законодавчі акти, містобудівні документи, земельно-оціночні дані	ВРУ, Держгеокадастр, місцеві ПЗФ	2001–2020	Виявлено проблеми правового регулювання зонування міських земель, обґрунтовано шляхи вдосконалення землекористування
4	Коваль В. В. (2024)	Адміністративно-правовий аналіз цифровізації землекористування	Законодавчі та відомчі документи, регламенти ДІАМ	Мінінфраструктури, офіційні реєстри, портали SmartCity	2019–2024	Запропоновано удосконалення механізмів управління міським простором через інтеграцію цифрових кадастрів
5	UNECE / UN4UkrainianCities (2025)	Системний підхід до створення Urban Planning Cadastre (UPC)	Геопросторові бази даних, містобудівна документація	Нац. геопортал UPC, GeoCadastre, UNECE open data	2022–2025	Запровадження єдиної системи просторових даних для управління землекористуванням
6	Дослідження зелених зон Дніпра (2023)	Картографічний і статистичний аналіз	Дрон-зйомка, кадастрові межі, супутникові зображення	ResearchGate dataset, ДЗК	2018–2023	Кількісна оцінка частки зелених територій у промисловому місті, виявлення просторових дисбалансів

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
7	Колектив ЛНАУ / НАУ (2021–2024)	Еколого-економічне моделювання	Економічна статистика, картографічні матеріали, дані кадастру	Держстат, кадастрові карти, власні польові дослідження	2015–2022	Оцінка ефективності землекористування у громадах з урахуванням екологічних ризиків
8	Інститут географії НАН України (2020–2024)	Просторово-часовий аналіз урбанізації	Кореляційний та регресійний аналіз, геопросторові тренди	MODIS, Sentinel, ArcGIS Pro	2000–2023	Визначено просторову динаміку урбанізованих територій у великих агломераціях України

Одна з найпомітніших хвиль досліджень в Україні пов'язана із застосуванням відкритих супутникових продуктів (наприклад, *Google Dynamic World*, *Sentinel*) та методів картографічного аналізу для кількісної оцінки змін земного покриву й урбанізації. Роботи П. В. Пивовара (2022–2023) демонструють приклади регіональних досліджень (Житомирська область), де за допомогою *Google Dynamic World* оцінювали динаміку земель сільськогосподарського призначення, зелених зон та урбанізованих територій; такі дослідження показують, як кількісні зміни земного покриву корелюють із місцевими економічними і бюджетними показниками. Це створює основу для застосування дистанційного зондування у плануванні та управлінні землекористуванням. Окрім регіональних кейсів, національні ініціативи зі створення деталізованих шарів землекористування (наприклад, карти на рівні 10-м пікселя й проекти з полями/межами) також зростають, що підвищує якість просторових даних для досліджень і планування. У 2024–2025 рр. в Україні активізувалась робота над створенням Національного містобудівного кадастру (*Urban Planning Cadastre, UPC*) – централізованої цифрової платформи, що поєднує просторові дані, містобудівну документацію та сервіси для погодження забудов. Ініціативи та звіти (включно з підтримкою ООН/UNECE та публічними релізами) підкреслюють, що *UPC* покликана підвищити прозорість планування, скоротити адміністративні бар'єри і створити основу для аналітики землекористування на різних рівнях управління. Запровадження такого кадастру змінить рамки доступу до даних і фактично вплине на практику формування землекористування в містах. Водночас аналіз В. Ковалю вказує на потребу вдосконалення адміністративно-організаційних механізмів і синхронізації законодавчих норм із практиками цифровізації

містобудування [18]. Такі дослідження важливі для розуміння, як юридичні рамки впливають на фактичне функціонування землекористування у містах. Особливу увагу приділяють проблемам зонування і зонально-функціонального планування як інструментам стримування хаотичної забудови та захисту зеленої інфраструктури [19].

Дедалі актуальнішими стають аналіз землекористування з оцінкою екосистемних послуг та кліматичної вразливості. Наукові праці акцентують роль синьо-зеленої інфраструктури (*BGI*) у пом'якшенні наслідків поверхневого стоку, теплових островів та зниженні ризиків повеней, а також досліджують, як характеристики ґрунтів, нахилів і наявного землекористування впливають на ефективність таких рішень у міських районах. Українські дослідники пропонують адаптивні підходи до інтеграції *BGI* у містобудівну практику, що важливо для підвищення стійкості міст до кліматичних викликів [17]. Окремі дослідження присвячені аналізу зелених зон великих промислових міст (наприклад, Дніпро), адаптації простору після індустріальної трансформації, а також картуванню земель муніципального призначення у різних регіонах. Такі кейси надають практичні рекомендації щодо управління зеленою інфраструктурою, визначення пріоритетних зон для ренатуралізації та оцінки доступності міських ресурсів.

Висновки. Теоретичні основи розвитку міського землекористування пройшли еволюцію від класичних моноцентричних моделей до багаторівневих, інтегрованих концепцій, що враховують мережеві, соціальні та екологічні аспекти. Поняття міського землекористування в зарубіжній науці не є однорідним: класичні просторові моделі, економічна теорія землеренти, соціально-урбаністичні й критичні підходи та сучасні моделі *GIS/agent-based*

дають взаємодоповнювані інструменти. Для українських міст найбільш продуктивним є інтегрований підхід: поєднання формалізованих моделей для прогнозу з критичними аналізами соціальних наслідків та інструментами участі громади. Розширення локальних даних і впровадження адаптованих симуляційних платформ (з урахуванням історичного насліддя радянського планування) стане ключем до ефективної політики землекористування.

Дослідження показує, що українська наука з міського землекористування швидко інтегрує міжнародні методи (ГІС, супутниковий моніторинг, цифрові кадастри) зі своїми специфічними завданнями – правовими, постконфліктними та екологічними. Перспективні напрями охоплюють: подальшу інтеграцію UPC у робочі процеси місцевого самоврядування; застосування високочастотних супутникових даних для моніторингу урбанізації та оперативного планування; розробку напрямів розвитку, що балансують ущільнення міської території та збереження екосистемних послуг.

Сучасна наука про міста поєднує економічні теорії з даними великих масштабів і просторовими моделями, що відкриває нові можливості для управління просторовим розвитком територій на принципах сталості, ефективності та інклюзивності.

Бібліографічний список

1. Burgess E. W. The Growth of the City: An Introduction to a Research Project. Chicago: University of Chicago Press, 1925. 204 p.
2. Hoyt H. The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities. Washington: U.S. Government Printing Office, 1939. 140 p.
3. Harris C. D., Ullman E. L. The Nature of Cities. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*. 1945. Vol. 242. P. 7–17.
4. Alonso W. Location and Land Use. Cambridge: Harvard University Press, 1964. 312 p.
5. Jacobs J. The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House, 1961. 458 p.
6. Lefebvre H. The Production of Space. Oxford: Blackwell, 1991 [orig. 1968]. 489 p.
7. Harvey D. Social Justice and the City. London: Edward Arnold, 1973. 403 p.
8. Batty M. The New Science of Cities. Cambridge, MA: MIT Press, 2013. 482 p.
9. Waddell P. UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation, and Environmental Planning. *Journal of the American Planning Association*. 2002. Vol. 68, No 3. P. 297–314.
10. Clarke K. C., Hoppen S., Gaydos L. A Self-Modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San Francisco Bay Area. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 1997. Vol. 24. P. 247–261.
11. Duranton G., Puga D. Urban Land Use. In Handbook of regional and urban economics. *Elsevier*. 2015. Vol. 5. P. 467–560.
12. Glaeser E. Cities, Productivity, and Agglomeration. *Journal of Economic Literature*. 2011. Vol. 49, No 2. P. 347–409.
13. Qian J., Peng Y., Luo C., Wu C., Du Q. Urban Land Expansion and Sustainable Land Use Policy in Shenzhen: A Case Study of China's Rapid Urbanization. *Sustainability*. 2015. Vol. 6, No 1. P. 16–35.
14. Foster S. R. The City as an Ecological. Space: Social Capital and Urban Land Use. *Notre Dame Law Review*. 2006. Vol. 82, No 2. P. 57–99.
15. Jenks M., Burgess R. Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries. London: Spon Press, 2000. 31 p.
16. Elmqvist T., Fragkias M., Goodness J., Güneralp B., Marcotullio P. Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. Dordrecht: Springer, 2019. 487 p.
17. Пивовар П. В. Геоінформаційний аналіз змін земного покриття в Україні. Київ: НАН України, 2023. 64 с.
18. Коваль В. В. Цифровізація управління міським простором: інтеграція даних у містобудівний кадастр. Київ: Мінінфраструктури України, 2024. 52 с.
19. Третяк А. М., Третяк В. М., Прядка Т. М., Третяк Н. А. Територіально-просторове планування землекористування: навч. посібник. Біла Церква: «ТОВ «Білоцерківдрук», 2022. 168 с.

Стаття надійшла 18.02.2025

УДК 631.618

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ (НА ПРИКЛАДІ ТЗОВ «ЖИДАЧІВСЬКЕ ЗАВОДОУПРАВЛІННЯ ЦЕГЕЛЬНИХ ЗАВОДІВ» НА ТЕРИТОРІЇ ЖИДАЧІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ СТРИЙСЬКОГО РАЙОНУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

А. Пиріг, аспірант

ORCID ID: 0009-0009-9321-4393

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.147>

Пиріг А. Аналіз технології розробки проєкту рекультивації земель (на прикладі Тзов «Жидачівське заводоуправління цегельних заводів» на території Жидачівської міської територіальної громади Стрийського району Львівської області)

Зі створенням територіальних громад усі землі в їх межах (крім державної та приватної форм власності) перейшли у їх розпорядження. Серед них – багато земельних ділянок, які є малопродуктивними та деградованими. Серед таких, зокрема, порушені землі внаслідок діяльності виробництва гірничих підприємств, сміттєзвалищ (зокрема й стихійних). Ґрунти таких земельних ділянок характеризуються негативними природними властивостями, низькою родючістю, а їх господарське використання за призначенням є економічно неефективним. Серед таких земель – Західна ділянка Жидачівського родовища суглинків (глиняний кар'єр).

У науковому дослідженні проведено аналіз проєкту рекультивації Західної ділянки Жидачівського родовища суглинків № 6639 від 28.07.2022 р., яка розташована на території Жидачівської міської ради Стрийського району Львівської області. Розкрито етапи та напрями рекультивації порушених земель, охарактеризовано порядок розробки родовища та осушення підшви кар'єра і рекультивованих площ. Визначено об'єм розкривних порід та показники зняття, переміщення та складування родючого шару ґрунту, ґрунтово-рослинного шару і шару зачистки корисної копалини для рекультивації дна кар'єра. Визначено технологію проведення рекультивації порушеної гірничими роботами земельної ділянки.

Зважаючи на місце розташування земельної ділянки поблизу головної водної артерії Жидачівської міської територіальної громади – р. Стрий, запропоновано після проведення рекультивації цю земельну ділянку використовувати в лісгосподарському та рекреаційному напрямках (оздоровлення, активний відпочинок на природі, туризм тощо).

Ключові слова: територіальна громада, деградовані землі, рекультивація земель, етапи рекультивації, технічна рекультивація, біологічна рекультивація, лісгосподарський напрям, робочий проєкт землеустрою.

Pyrih A. Analysis of the technology for developing a land reclamation project (case of Zhydachiv Plant Management of Brick Factories LLC on the territory of Zhydachiv territorial community, Stryi district, Lviv region)

With the establishment of territorial communities, all lands within their administrative boundaries (excluding those in state and private ownership) have been transferred to their management. Among these lands there are many plots that are unproductive, degraded, or ecologically disturbed, particularly those affected by long-term activities of mining enterprises and landfill sites, including spontaneous ones. The soils in these areas typically exhibit negative natural properties, low fertility, and unfavorable environmental conditions, which make their effective economic use for agricultural or construction purposes either extremely limited or entirely unviable. A notable example is the Western section of the Zhydachiv loam deposit, which is a clay quarry.

This scientific study presents a detailed assessment of the reclamation project for the Western section of the Zhydachiv loam deposit (No. 6639), dated July 28, 2022, located within the Zhydachiv Town Council, Stryi district, Lviv region. The research outlines the stages and strategies for reclaiming disturbed lands, characterizing the process for developing the deposit and draining the pit bottom and reclaimed areas. The study also determines the volume of overburden and the rates for the removal, movement, and storage of the fertile soil layer, soil-vegetation layer, and mineral stripping layer necessary for the reclamation of the quarry bottom. Furthermore, the technology utilized for reclaiming the land disturbed by mining operations has been identified.

Given the proximity of the land plot to the main waterway of the Zhydachiv territorial community - the Stryi River - it is recommended, after recultivation, to allocate this area for forestry and recreational purposes, such as health improvement, active outdoor recreation, and tourism.

Keywords: territorial community, degraded lands, land reclamation, stages of reclamation, technical reclamation, biological reclamation, forestry direction, working land management project.

Постановка проблеми. Видобуток корисних копалин відкритим способом призводить до погіршення корисних властивостей та родючості ґрунту. Природний ґрунтовий покрив знищується або замінюється на мінеральний субстрат, що, своєю чергою, призводить до зникнення рослинності та перетворення родючих земель на непридатні для виробництва в сільському чи лісовому господарстві. Це знижує рівень поверхневих і підземних вод, погіршуючи водний режим територій. Незакріплені рослинністю площі, складені розпушеними породами, часто стають осередками ерозії.

Зміни екологічних умов, викликані техногенними чинниками, також зумовлюються міграцією хімічних елементів з розкритих порід, які містять багато водорозчинних солей і сірковмісних мінералів.

Саме рекультивація земель, які порушені гірничими роботами, має на меті відновити їх родючий стан, повернувши їм народногосподарську цінність, та покращити стан навколишнього середовища, створивши умови для подальшого їх цільового використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми рекультивації порушених земель унаслідок діяльності гірничодобувних підприємств розглянуто в наукових працях як зарубіжних, так і українських дослідників. Серед науковців насамперед слід виділити праці таких авторів, як М. В. Буряк, Н. В. Добіжа, О. Г. Мельник, І. Б. Мачуська, В. М. Тітова, І. В. Аргатюк, Ю. Ю. Дідовець, В. Ю. Колосков, Г. М. Колоскова, а також В. А. Борисова, І. М. Гаджиєва, В. М. Курачова, В. О. Андроханова. Недостатньо дослідженими залишаються питання щодо використання земельної ділянки після проведення рекультивації.

Постановка завдання. Наше завдання – проаналізувати технологію рекультивації порушених земель унаслідок діяльності гірничого підприємства, визначивши обсяги робіт зі зняття та перенесення родючого шару ґрунту та ґрунтово-рослинного шару на порушені розробкою родовища землі, визначити обсяги робіт щодо порід, що знімаються, розробити технологію і черговість виконання робіт, а також запропонувати оптимальний напрям використання земельної ділянки після проведення рекультивації.

Виклад основного матеріалу. Згідно із земельним законодавством (статті 162–170 Земельного кодексу України), охорона земель передбачає

систему заходів для їх раціонального використання, запобігання необґрунтованому вилученню із сільськогосподарського обігу, захист від шкідливих антропогенних впливів, а також відтворення й підвищення родючості ґрунтів.

Через порушення поверхні утворюються відвали, кар'єри, шламонагромаджувачі та хвостосховища. Також до відвальних комплексів належать терикони, які утворюються при підземному видобутку корисних копалин.

Для вирішення проблем техногенно порушених ландшафтів здійснюється рекультивація порушених земель, яка містить в собі комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель.

Землі, які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та в гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, підлягають рекультивації.

Для рекультивації порушених земель, відновлення деградованих земельних угідь використовують ґрунт, знятий при проведенні гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, шляхом його нанесення на малопродуктивні ділянки або на ділянки без ґрунтового покриву [1].

Процеси рекультивації порушених земель поділяють на три етапи:

- **підготовчий**, або проєктно-вишуквальний етап, який передбачає: обстеження порушених земель, які підлягають рекультивації; вивчення властивостей розкритих порід і класифікацію їх щодо придатності для біологічної рекультивації; визначення напрямів і методів рекультивації;

- **гірничотехнічний**, або інженерний, етап, який ще називають технічною або гірничотехнічною рекультивацією. Він передбачає виконання робіт щодо підготовки земель, які звільнилися після гірничих розробок родовищ для подальшого цільового використання в народному господарстві. У цей період підприємства або виробничі об'єкти, які здійснюють розробку родовищ, виконують такі роботи: селективне зняття, зберігання та збереження придатних для біологічної рекультивації розкритих порід, включаючи родючий шар ґрунту; селективне формування відвалів з розкритих порід; планування та покриття спланованої поверхні шаром родючого ґрунту або потенційно родючих розкритих порід, якщо це необхідно; засипання та планування деформованих поверхонь, таких як

провали, карстові воронки та інші; влаштування під'їзних доріг; здійснення меліоративних та протиерозійних заходів;

- **біологічний етап** рекультивації виконується після гірничотехнічної і охоплює заходи щодо відновлення родючості порушених земель (агротехнічні, фітомеліоративні тощо), спрямовані на відтворення флори і фауни [2].

Досліджувана земельна ділянка розташована на території Західної ділянки Жидачівського родовища суглинків, яка в адміністративному відношенні належить до території Жидачівської міської ради Стрийського району Львівської області, на відстані 0,8 км на північний захід від с. Королівка (рис. 1).

Кадастровий номер земельної ділянки: 4621510100:01:035:0091.

Код згідно з Класифікатором видів цільового призначення земель (КВПЦЗ): 11.01 Для розміщення та експлуатації основних, підсобних і допоміжних будівель та споруд підприємствами, що пов'язані з користуванням надрами. Земельна ділянка належить до категорії земель промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення. Площа земельної ділянки становить 3,75 га [4].

Згідно з агрогрунтовим районуванням України, досліджувана земельна ділянка знаходиться в межах Суббореального біокліматичного поясу Центральної лісостепової області, яка належить до зони Лісостепу, провінції Лісостепу Західного, Львівського західного агрогрунтового району.

Проведеними польовими дослідженнями ґрунтового покриву, а також лабораторними дослідженнями встановлено, що в межах ділянки поширені:

- сірі опідзолені поверхнево-глеюваті легкосуглинкові ґрунти на лесоподібних відкладах, належать до 35г агровиробничої групи;
- сірі опідзолені поверхнево-глеюваті середньосуглинкові ґрунти на лесоподібних відкладах, належать до 35д агровиробничої групи;
- розмиті ґрунти і виходи рихлих (піщаних і лесоподібних), належать до 215д агровиробничої групи [3].

У процесі вибору напряму рекультивації земель необхідно мати на увазі, що рекультивовані землі і території, що їх оточують, після закінчення робіт повинні являти собою оптимально сформовану та екологічно збалансовану ландшафтну ділянку.

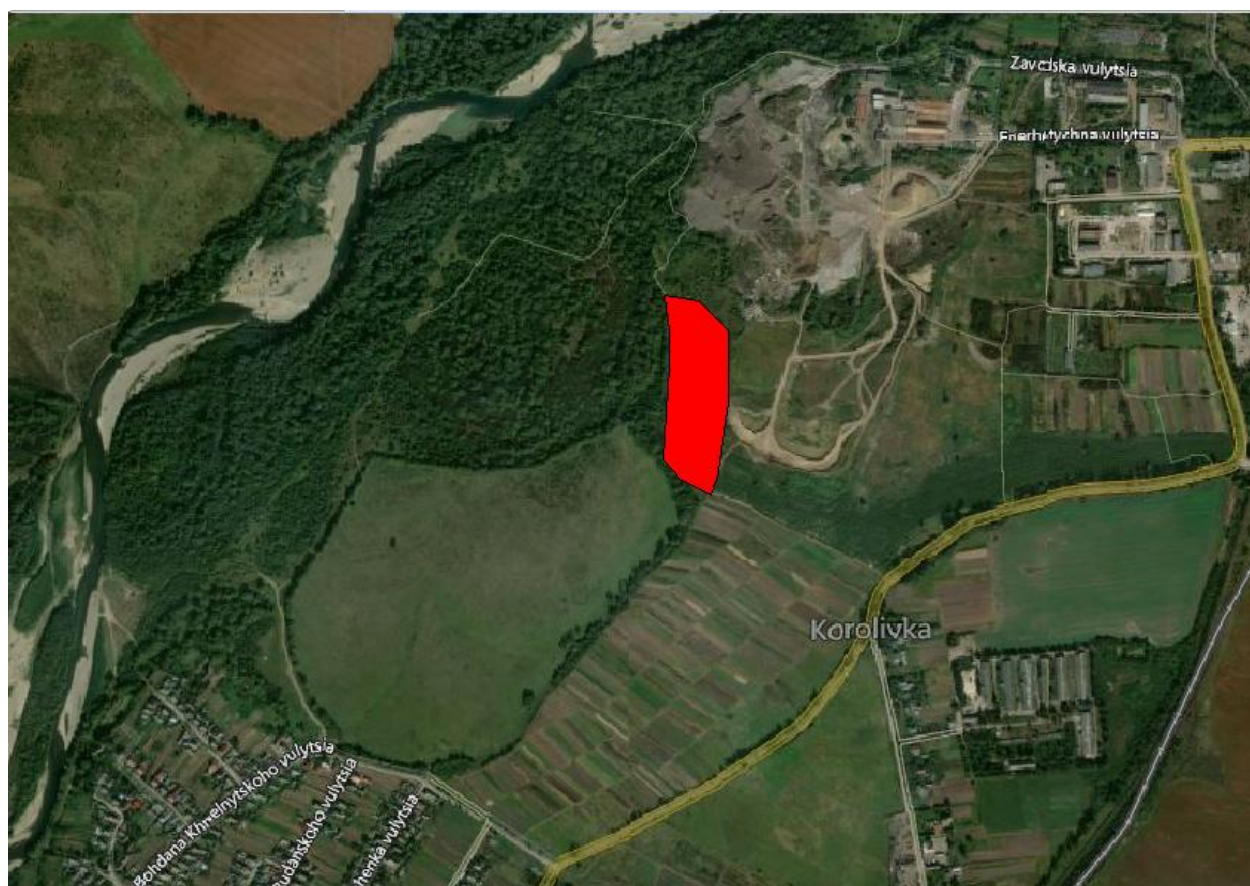


Рис. 1. Схема розташування земельної ділянки

Найпоширенішими напрямками рекультивції порушених земель є: сільсько-; лісо-; водогосподарський; рекреаційний; санітарно-гігієнічний; будівельний.

Напрями рекультивції визначають кінцеве використання порушених земель після проведення відповідних гірничотехнічних, інженерно-будівельних, гідротехнічних та інших заходів. Їх вибирають на основі комплексного обліку таких чинників:

- природні умови району розробки родовища (клімат, типи ґрунтів, геологічна будова, рослинність, тваринний світ тощо);
- стан порушених земель до моменту рекультивції (характер техногенного рельєфу, ступінь природного зростання та ін.);
- мінералогічний склад, водно-фізичні та фізико-хімічні властивості гірських порід;
- агрохімічні властивості (вміст поживних речовин, кислотність, наявність токсичних речовин тощо) порід і їх класифікація за придатністю для біологічної рекультивції;
- інженерно-геологічні та гідрологічні умови;
- господарські, соціально-економічні, екологічні та санітарно-гігієнічні умови;
- термін служби рекультивованих земель (можливість повторних порушень і їх періодичність).

Відповідно до «Технічного звіту з ґрунтового обстеження земельної ділянки», землі під товщею корисної копалини належать до земель сільськогосподарського призначення і не належать до особливо цінних ґрунтів [4].

Робочим проектом землеустрою щодо рекультивції земельної ділянки передбачено рекультивацию земель, порушених гірничими роботами, Західної ділянки Жидачівського родовища за сільськогосподарським напрямом [3].

Проектом передбачено:

- першочергово здійснити гірничо-підготовчі роботи;
- розкрити та видобуток глинистої глини спочатку здійснювати наявними чи орендованими екскаваторами у східній ділянці родовища, висотою чи глибиною уступу не більше висоти чи глибини черпання екскаватора за умови нормативного випередження відробки верхнього уступу над нижнім;
- надалі розкрити та видобуток глинистої глини здійснювати на захід родовища за умови нормативного випередження відробки верхнього уступу над нижнім.

Для поєднання горизонтів передбачено використовувати з'єднувальні тимчасові з'їзди з ухилом не більше 0,08, які утворювати при просуванні горизонтів.

Осушування підшви кар'єра – це комплекс заходів від впливу поверхневих, атмосферних та підземних вод при його будівництві та експлуатації завдяки організації водовідведення. Прогнозований середньорічний водоприплив за рахунок атмосферних опадів у межах родовища становитиме близько 57,2 м³/добу (2,4 м³/год), під час злив, які бувають вкрай рідко, – 64,3 м³/год.

Не існує іншого способу осушення рекультивованих площ кар'єра під час та після його експлуатації, окрім функціонування водовідвідної системи, яку необхідно обов'язково впроваджувати.

При розробці кар'єра кут укосу уступу приймають: кут укосу робочого уступу – 45 °; кут укосу неробочого уступу – 30 °.

Геологічний коефіцієнт розкриття становить 0,15 м³ [4].

Рекультивация кар'єра проводитиметься розкривними породами, які знімаються в процесі корисної копалини – суглинку.

Технологія розкривних порід полягає у проведенні таких робіт:

1. Розкривні породи – родючий шар ґрунту, ґрунтово-рослинний шар та породи зачистки покрівлі суглинку – розробляють наявним бульдозером з формуванням в бурти на відстані до 50 м, які розташовуються по краю кожного робочого блоку.

2. Верхній родючий шар ґрунту складують окремо, у відвал А, решту ґрунтово-рослинного шару (ГРШ) – у відвали № 1, № 2.

3. Розробку буртів розкривних порід здійснюють наявним екскаватором з навантаженням у наявні автосамоскиди та подальшим переміщенням і зберіганням у відвалах А, № 1, № 2 або на ділянках попутної рекультивції.

Об'єм розкривних порід, якими проводиться рекультивация, становить 34,69 тис. м³, об'єм родючого шару ґрунту – 8,76 тис. м³ (при середній потужності – 0,26 см), об'єм ГРШ та шару зачистки покрівлі суглинків – 25,9 тис. м³ (середня потужність – 0,75 м).

Усі показники зняття, переміщення та складування розкривних порід показано в табл. 1.

Календарний графік зняття, переміщення та складування розкривних порід показано на рис. 2.

Технологія проведення рекультивції порушеної гірничими роботами земельної ділянки така:

1. Шар родючого шару ґрунту, ГРШ та порід зачистки корисної копалини розробляють екскаватором та бульдозером у бурти на відстані 50 м, які розташовуються по краю кожного робочого блоку розробки родовища.

2. При утворенні відробленого простору проводять осушення дна кар'єра за допомогою водовідвідних каналок, які організовано відводять води після дощу або здійснюють злив у ставок-відстійник.

3. Бурти з розкритом розробляють наявним екскаватором та транспортують автосамоскидом у

відвал родючого шару ґрунту А та відвали ГРШ №1, №2 для зберігання для потреб рекультивації.

4. Формування відвалів відбувається згідно з паспортом відвалоутворення.

5. Ущільнення відвалу родючого шару ґрунту та ГРШ здійснюють багаторазовими проходами завантаженого автосамоскида з метою запобігання утворенню щілин, в які потрапляє вода, яка сприяє зменшенню стійкості відвалу.

6. Засівання відвалу родючого шару ґрунту та ГРШ багаторічними травами для захисту від вітрової та водної ерозії.

Таблиця 1

Зняття, переміщення та складування розкритих порід (родючого шару ґрунту, ґрунтово-рослинного шару та шару зачистки корисної копалини) для рекультивації дна кар'єра

№ з/п	Рік зняття	Номер блоку зняття	Середня потужність, м		Середня площа, м ²	Об'єм розкриття для потреб рекультивації, тис. м ³			Переміщення та зберігання родючого шару ґрунту	Переміщення та зберігання ґрунтово-рослинного шару зачистки покривлі сулиноків
			Родючий шар ґрунту	ГРШ + шар зачистки покривлі корисної копалини		Родючий шар ґрунту	ґрунтово-рослинний шар + шар зачистки покривлі корисної копалини	Всього		
1	1 рік	Блок № 1	0,26	0,64	10250	2,67	6,56	9,23	Відвал А	Тимчасовий відвал ГРШ № 1
2	2 рік	Блок № 2	0,25	0,65	1480	0,37	0,96	1,33	Відвал А	Тимчасовий відвал ГРШ № 1
3	3 рік	Блок № 3	0,25	0,65	2440	0,61	1,58	2,19	Відвал А	Тимчасовий відвал ГРШ № 1
4	4 рік	Блок № 4	0,25	0,75	2300	0,58	1,72	2,30	Відвал А	Ділянка № 1
5	5 рік	Блок № 5	0,25	0,85	2340	0,59	1,99	2,58	Відвал А	Тимчасовий відвал ГРШ № 2
6	6-10 роки	Блок № 6	0,25	0,85	9765	2,4	8,33	10,73	Відвал А	Тимчасовий відвал ГРШ № 2
7	11-14 роки	Блок № 7	0,27	0,83	5765	1,54	4,79	6,33	Відвал А	Тимчасовий відвал ГРШ № 2
						8,76	25,93	34,69		

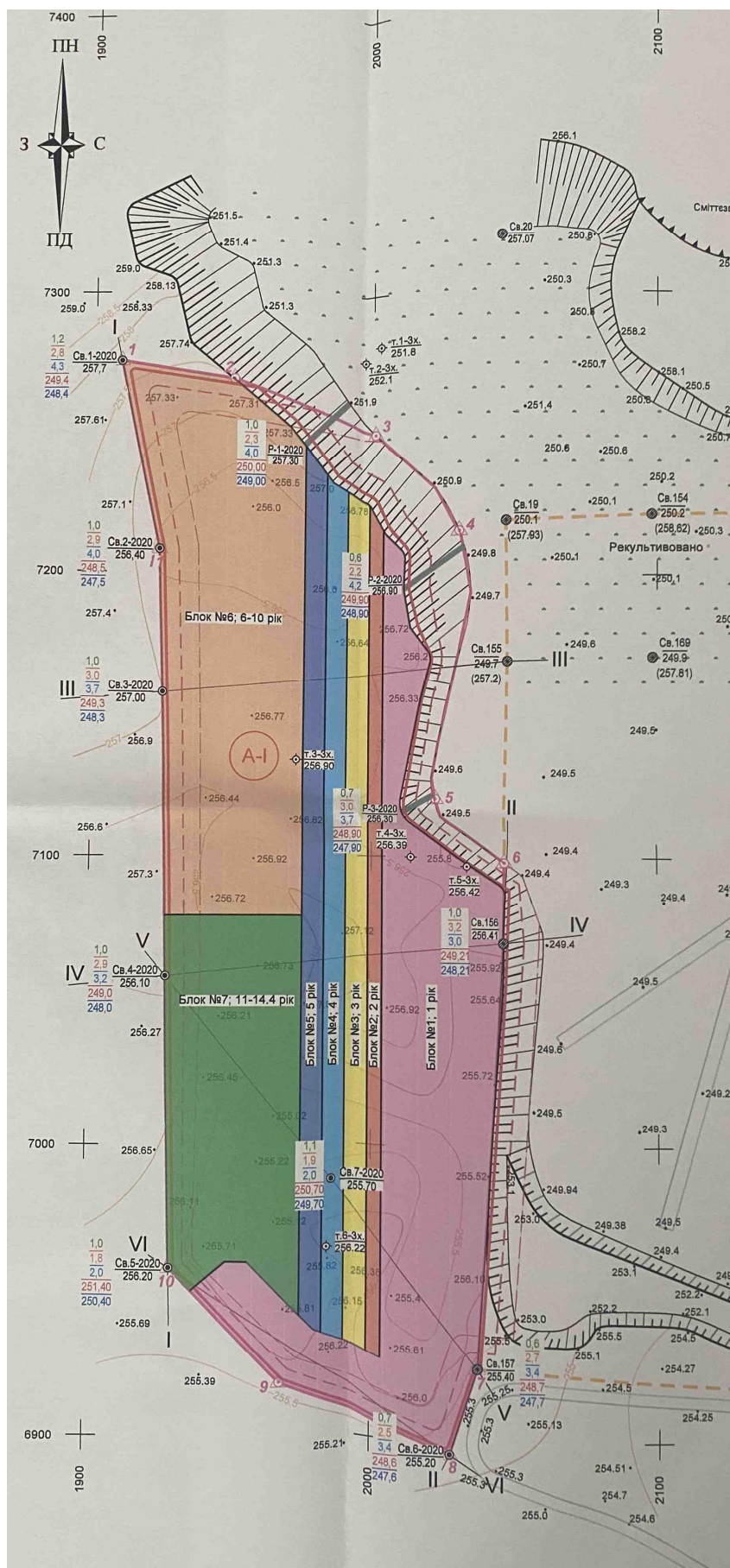
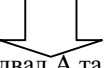
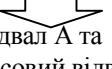


Рис. 2. Схема календарного графіка зняття, переміщення та складування розкривних порід

Таблиця 2

Нанесення розкривних порід (ГРШ, шар зачистки суглинків, родючий шар ґрунту) при рекультивації кар'єра

№ з/п	Рік нанесення	Блок, з якого розкривні породи транспортуються на об'єкти рекультивації	Номер ділянки нанесення розкривних порід	Площа ділянки нанесення розкривних порід, м ²	Середня потужність шару нанесення розкривних порід, у т. ч. родючого шару ґрунту, на ділянку, м	Об'єм нанесення розкривних порід, у т. ч. родючого шару ґрунту, на ділянку рекультивації, тис. м ³
1	4 рік	Блок № 4	Ділянка № 1	2290	1,0	2,3
2	11 рік	Блок № 1, 2, 3  Відвал А та тимчасовий відвал ГРШ № 1	Ділянка № 2	12720	1,0	12,7
3	14 рік	Блок № 5, 6, 7  Відвал А та тимчасовий відвал ГРШ № 2	Ділянка № 3	19910	0,99	19,7
Всього				34920		34,7

7. Розробка відвалу родючого шару ґрунту А та ГРШ № 1, № 2 наявним екскаватором з транспортуванням автосамоскидом на осушене дно відробленого кар'єра.

8. Нанесення на осушене дно кар'єра спочатку ґрунтово-рослинного шару, а зверху родючого шару ґрунту, ущільнення їх наявним бульдозером з метою консолідації з підстилаючими породами.

9. Проведення біологічної рекультивації з посівом багаторічних трав на рекультивованих площах.

10. Передача рекультивованих площ землевласнику.

Наступним етапом рекультивації земельної ділянки є біологічна рекультивація, яку проводять поступово, на ділянках, де завершені роботи з гірничотехнічної рекультивації. Проектом передбачено внесення комплексу мінеральних добрив (азотні, фосфорні та калійні), посів багаторічних трав, а також для підняття родючості розкривних порід. Проектом рекомендовано використовувати

такі агротехнічні заходи, як глибока оранка, культивування ґрунту та вирощування трав. Усі ці заходи передбачають використовувати рекультивовану земельну ділянку за сільськогосподарським напрямом.

Проте, враховуючи, що земельна ділянка розташована поблизу річки Стрий, ми пропонуємо використовувати цю земельну ділянку у лісгосподарському та рекреаційному напрямах (оздоровлення, активний відпочинок на природі, туризм тощо).

Висновки. Мета рекультивації земель полягає у відновленні їхньої господарської цінності та покращанні екологічного стану завдяки створенню на порушених територіях продуктивних і раціонально організованих ландшафтів. Це досягається проведенням комплексу організаційних, технічних та біотехнологічних заходів, що передбачають повернення земель у господарське користування, запобігання негативним наслідкам, а також створення сільськогосподарських, лісових,

водогосподарських, рекреаційних або санітарно-гігієнічних територій.

Проведено аналіз проєкту рекультивації Західної ділянки Жидачівського родовища суглинків № 6639 від 28.07.2022 р., яка розташована на території Жидачівської міської ради Стрийського району Львівської області. Розкрито етапи та напрями рекультивації порушених земель, охарактеризовано порядок розробки родовища та осушення підшви кар'єра і рекультивованих площ. Визначено об'єм розкривних порід та показники зняття, переміщення і складування родючого шару ґрунту, ґрунтово-рослинного шару та шару зачистки корисної копалини для рекультивації дна кар'єра. Визначено технологію проведення рекультивації порушеної гірничими роботами земельної ділянки.

Робочим проєктом землеустрою щодо рекультивації земельної ділянки передбачено використовувати рекультивовану земельну ділянку за сільськогосподарським напрямом. Проте, враховуючи те, що земельна ділянка розташована побли-

зу річки Стрий, ми пропонуємо використовувати її у лісгосподарському та рекреаційному напрямах (оздоровлення, активний відпочинок на природі, туризм тощо).

Тому вважаємо, що робочий проєкт щодо рекультивації Західної ділянки Жидачівського родовища потребує вдосконалення та доопрацювання.

Бібліографічний список

1. Земельний кодекс України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення: 02.01.2025).
2. Панас Р. М. Рекультивація земель. Львів: Новий Світ-2000, 2025. 224 с.
3. Робочий проєкт землеустрою щодо рекультивації земельної ділянки площею 3,7500 га (кадастровий номер 4621510100:01:035:0091), розташованої за адресою: Львівська область, Стрийський район, м. Жидачів (0,8 км на північний захід від с. Королівка). Жидачів: ФОП Шумська Л. С., 2024.
4. Технічний звіт з ґрунтового обстеження земельної ділянки на території м. Жидачів Стрийського району Львівської області 2023 р. Львів: ТОВ «Інститут ґрунтознавства та оцінки земель», 2023.

Стаття надійшла 20.02.2025

УДК 502: 332.3+711

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ФОРМУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ ТА ЗДІЙСНЕННЯМ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

Б. Стиранівський, аспірант
ORCID ID: 0009-0009-1849-8111

Львівський національний університет природокористування

<https://doi.org/10.31734/architecture2025.26.155>

Стиранівський Б. Теоретичні засади взаємозв'язку між формуванням екологічної мережі та здійсненням землеустрою

Стаття презентує концепцію формування екомережі як найефективніший підхід до запобігання фрагментації середовищ існування та мінімізації впливу людської діяльності на довкілля. Вона підкреслює необхідність врахування потреб біорізноманіття, дикої природи та життєво важливих екосистемних зв'язків у плануванні й управлінні землекористуванням. Концепція екомережі передбачає ідентифікацію цінних природних ділянок та з'єднання їх екологічними коридорами, інтегруючи структурні складові екомережі в планувальну та проєктну документацію із землеустрою. У дослідженні виділяються два ключові напрями планування землекористування для потреб проєктування екомережі: поліпшення існуючого стану природних екосистем та їх біорізноманіття через зміни в землекористуванні; створення нової просторової організації і пов'язаної з цим інфраструктури з урахуванням потреб соціально-економічного розвитку та захисту біорізноманіття. Процес формування екомережі охоплює такі етапи, як визначення цілей, планування, проєктування, управління та моніторинг, із застосуванням міждисциплінарного підходу та участі громадськості. Важливими інструментами формування екомережі є стратегічна екологічна оцінка та інтеграція заходів у регіональну й місцеву документацію із землеустрою. Цей процес передбачає визначення проблем стійкості екосистем, процедуру участі зацікавлених сторін, оцінку впливів на навколишнє середовище під час проєктування та реалізації заходів. У дослідженні наголошується на важливості підвищення уваги до біорізноманіття в Україні, необхідності розробки ефективних механізмів впровадження заходів щодо створення ключових і сполучних територій для покращання екологічної зв'язності. Подальші дослідження будуть спрямовані на вирішення практичних аспектів землеустрою в контексті формування екологічної мережі.

Ключові слова: екологічна зв'язність, заходи із землеустрою, планування землекористування, проєктування екологічної мережі.

Styranivskiy B. Theoretical foundations of the interrelation between the creation of an ecological network and land management

The article presents the concept of creating an ecological network as the most effective approach to preventing habitat fragmentation and minimizing the impact of human activity on the environment. It emphasizes the necessity of taking into account biodiversity needs, wild nature, and the vital ecological connections in the planning and management of land use. The ecological network concept entails identifying valuable natural areas and connecting them with ecological corridors, integrating the structural components of the ecological network into planning and project documentation for land management. The study highlights two key directions of land-use planning for the purposes of ecological network design: improving the existing state of natural ecosystems and their biodiversity through changes in land use; and creating a new spatial organization and related infrastructure, considering the needs of socioeconomic development and biodiversity protection. The process of creating the ecological network includes stages such as goal setting, planning, design, management, and monitoring, applying an interdisciplinary approach and public participation. Important tools for formulating the ecological network are strategic environmental assessment and the integration of measures into regional and local land-management documentation. This process involves identifying ecosystem resilience problems, a stakeholders' participation procedure, and assessment of environmental impacts during the design and implementation of measures. The study underscores the importance of increasing attention to biodiversity in Ukraine, the need to develop effective mechanisms for implementing measures to create key and connecting territories to improve ecological connectivity. Further research will focus on addressing practical aspects of land management in the context of ecological network creation.

Keywords: ecological connectivity, land-management measures, land-use planning, ecological network design.

Постановка проблеми. Концепція екологічної мережі (надалі екомережа) розглядається як дієве рішення для реалізації стратегії охорони природи, підтримки біорізноманіття та екологічного зв'язку в ландшафтах. Проєктування екомережі

тісно пов'язане з плануванням землекористування, яке спрямоване на інтеграцію структурних складових екомережі в просторову структуру країни, регіону, громади з ціллю захисту ключових середовищ існування, підтримки функцій екосистем,

покращання стану навколишнього середовища [25]. У контексті парадигми сталого розвитку концепція екомережі виходить за рамки традиційних підходів до охорони природи й збереження природних ландшафтів і переорієнтована на екосистемний підхід як цілісний підхід до збереження біорізноманіття та підтримки екологічних процесів на ландшафтному рівні за допомогою створення мережі взаємопов'язаних природних і напівприродних угідь. Головна ідея полягає у зменшенні ізольованості видів та екосистем, забезпечивши рух і взаємодію організмів та екологічних процесів через простори між ділянками, навіть якщо ці ділянки мають різні призначення (агроекосистема, ліс, болото, міська агломерація тощо).

Україна бере участь у міжнародному співробітництві щодо охорони біорізноманіття на основі численних багатосторонніх і двосторонніх угод, зокрема ратифіковано Конвенцію про охорону біологічного різноманіття (1992) [7], підписано Куньмінсько-Монреальську глобальну рамкову програму у сфері біорізноманіття (2022) [26]. Згідно з концепцією збереження біологічного різноманіття України (1997) формується національна екологічна мережа [16], а основні засади державної екологічної політики спрямовані на зменшення втрати біорізноманіття і ландшафтного різноманіття та формування цілісної й репрезентативної екомережі [17].

Відповідно до [13] прогнозна площа складових екомережі України має становити 25,16 млн га (41,7 % території країни), у тому числі природно-заповідні об'єкти та охоронні території – 6,27 млн га (10,4 %). Згідно із [17] частка земель природно-заповідного фонду у 2025 р. мала б становити 7,54 млн га (12,6 %), а у 2030 р. – 9,0 млн га (15,1 %), однак фактична площа заповідних територій на початок 2024 р. становила 4,18 млн га (6,91 %) [11]. Крім того, на виконання Бернської конвенції [8] в Україні формується Смарагдова мережа з природоохоронними територіями загальноєвропейського значення, які охоплюють на цей час 13,7 % площі країни [11]. Проте механізми створення територій екомережі, у тому числі Смарагдової мережі, досі не чітко закріплені в національному законодавстві, що знижує ефективність природоохоронної функції територій з цінними видами та екосистемами (природними оселищами). До того ж заповідні території й інші природні ландшафти розміщені фрагментовано, що не відповідає принципу цілісності екомережі. У цьому контексті актуальним є дослідження взаємозв'язку між формуванням екомережі і здійсненням землеустрою для впорядкування зем-

леволодінь і землекористувань території та об'єктів її структурних елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питанням формування і розвитку екомережі України присвячена низка наукових праць вітчизняних учених. Теоретико-методологічні аспекти концепції екомережі у вигляді біоцентрично-мережевої ландшафтно-екологічної оптимізації регіону досліджені в працях [4; 19]. Дослідження ландшафтного різноманіття території України, оцінювання ландшафтів для розширення мережі територій та об'єктів природно-заповідного фонду, використання даних про ландшафти для ведення земельного кадастру проведені науковцями відділу ландшафтознавства Інституту географії НАН України [9]. Ретроспективний аналіз формування і становлення мережі природно-заповідного фонду як важливого базису та передумови формування каркаса екомережі (на прикладі території Лівобережної України) здійснено в праці [20]. Аналіз методологічних засад визначення й обґрунтування каркаса екомережі через врахування особливостей ландшафтних комплексів території дослідження регіону представлено у праці [1]. Концептуально-методичні основи формування бази даних про екомережу громади за допомогою геоінформаційних систем і космічних засобів моніторингу, а також особливості визначення і картографування структурних елементів місцевої схеми екомережі досліджено у праці [2]. Правові та практичні аспекти створення сполучних територій екомережі в Україні розглянуто в [3], зокрема акцентується увага, що на них потрібно поширювати режим спеціальних охоронних зон і вживати спеціальних заходів щодо забезпечення міграції флори і фауни у місцях перетину природних й транспортних коридорів. Наукові засади оптимізації територіальної організації регіональної екомережі на основі комплексного ландшафтного вивчення території області розкрито в монографії [10]. Однак, попри значну кількість публікацій стосовно теоретико-методологічних, методичних і прикладних засад формування екомережі та створення її структурних елементів, значення землеустрою як інструментарію проєктування екомережі не досліджується.

Постановка завдання. Мета дослідження – обґрунтувати теоретичні основи взаємозв'язку між формуванням екомережі та системою землеустрою із позицій сталого розвитку, просторового планування, ландшафтно-екології та екосистемних послуг.

Виклад основного матеріалу. Призначення екомережі полягає у підтримці або відновленні функціонування екосистем як засобу збереження біорізноманіття, одночасно забезпечуючи можливість сталого використання природних ресурсів. Основні складові екомережі: 1) екологічні ядра (ключові території), де збереження біорізноманіття є першочерговим, навіть якщо вони не охороняються законом; 2) екологічні коридори як сполучні елементи між ядрами для підтримки життєво важливих екологічних чи природоохоронних зв'язків; 3) буферні зони, які захищають ядра і коридори від потенційно шкідливих зовнішніх впливів та є перехідними зонами, що характеризуються сумісним землекористуванням; 4) території сталого використання, у межах яких створюються умови як для використання природних ресурсів, так і для підтримки функцій екосистеми [21]. Базуючись на концепціях ландшафтної екології та екосистемних послуг, екомережа забезпечує екологічну зв'язність, яка: 1) підтримує біорізноманіття, дозволяючи дикій природі вільно пересуватися для пошуку їжі, води, місць розмноження; 2) сприяє зміні ареалів рослин, тварин і природних спільнот у відповідь на зміни клімату і довкілля; 3) надає культурні послуги від рекреаційних і естетичних цінностей природних територій; 4) забезпечує краще функціонування екосистем та ефективніше надання екосистемних послуг, що підтримують здоров'я людей і якість життя [22]. Важливою вимогою проектування екомережі є досягнення її стійкості через таку впорядкованість цінних природних і напівприродних угідь, яка б сприяла збереженню видів, незважаючи на стихійні природні збурення та антропогенну діяльність [21]. Необхідною умовою стійкої екомережі є наявність достатньо великої площі екологічних ядер в якісному видовому стані, які з'єднані екологічними коридорами для безперешкодного переміщення особин і генів. Екологічний коридор – це чітко визначений географічний простір, який регулюється та управляється впродовж тривалого часу для підтримки або відновлення ефективної екологічної зв'язності [23].

Найефективніший підхід до уникнення конфліктів і мінімізації впливу людини на довкілля полягає у врахуванні на всіх стадіях просторового планування потреб із захисту біорізноманіття, дикої природи та життєвих основ природних екосистем з усіма їхніми зв'язками. У цьому контексті процес планування землекористування передбачає [24; 27]:

- картування існуючих і потенційних взаємодій, кумулятивних ефектів та синергії між різними функціями та екосистемами в ландшафті;

- поєднання плану екомережі з планом просторового розвитку землекористування для визначення загального кумулятивного та синергетичного впливу на природу, довкілля, тваринний світ;

- рішення щодо пріоритетів в ієрархії «уникнення–пом'якшення–компенсація».

Екологічна зв'язність реагує на планування землекористування по-різному залежно від певних умов і характеристик середовища, а саме:

- від просторової організації, способів, форм та інтенсивності землекористування, зокрема: функціональне використання землі (сільське господарство, лісове господарство, житлове будівництво, промислове виробництво, рекреація, збереження природи тощо); щільність забудови та інфраструктурних систем, що обслуговують територію (транспортна й енергетична інфраструктура, інфраструктура управління відходами тощо); зовнішній вплив функціонального використання окремих територій (забруднення водойм, викиди, воєнні дії тощо);

- від ландшафтного різноманіття території, зокрема: типи ландшафтів і їх стійкість, динамічність, упорядкованість, структурованість; типи середовищ (ліси, болота, степи, водно-болотні угіддя), їх ступінь охорони та стан; фрагментація і контури ландшафту (розташування певних ділянок, ізолюваність, розриви тощо); ландшафтні бар'єри (дороги, залізниці, міста, дамби, агроекосистеми тощо).

Концептуально формування екомережі полягає в ідентифікації ключових територій (цінних природних ділянок) та визначенні шляхів їх з'єднання за допомогою екологічних коридорів, інтегруючи ці елементи в планувальну й проектну документацію із врахуванням вимог управління земельними ресурсами (від моніторингу стану земельного покриву і довкілля до розробки регламентів використання територій та залучення зацікавлених сторін). Планування й управління землекористуванням – це постійні процеси, під час яких управлінський орган, використовуючи різні способи втручання у процеси розвитку, намагається оптимізувати цей розвиток на основі визначених цілей, враховуючи сучасний стан використання земель і потреби/вимоги щодо землекористування та просторової організації. При цьому під час проектування екомережі методи та інструменти планування і управління землекористуванням ґрунтуються на міждисциплінарному підході та вимагають спільної участі зацікавлених сторін (політиків, планувальників, землевпорядників, економістів, ландшафтних дизайнерів, географів, екологів, соціологів та інших фахівців) [24].

Національне законодавство передбачає проектування екомережі через розроблення регіональних і місцевих схем формування екомереж, які повинні узгоджуватися із зведеною схемою формування екомережі України, що є складовою частиною Генеральної схеми планування території України [12]. На регіональному і місцевому рівнях схеми екомереж мають бути інтегровані у планувальну та проектну документацію із землеустрою [14]. Згідно із законодавством України, проектування екомережі і здійснення землеустрою ґрунтуються на деяких подібних принципах: науково обґрунтований розподіл земельних ресурсів між категоріями для вдосконалення складу земель та формування сприятливого навколишнього середовища; узгодження екологічних, соціальних, економічних інтересів суспільства для забезпечення екологічної збалансованості та стабільності довкілля й агроландшафтів; відкритість, доступність, публічність документації із землеустрою, забезпечення участі громадян і їх об'єднань у розробленні пропозицій та ухваленні рішень щодо формування екомережі [12; 15]. Ці принципи вказують на спільні завдання щодо забезпечення сталого розвитку України, зокрема цілі 15 «Захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припи-

нення і повернення назад (розвертання) процесу деградації земель та зупинка процесу втрати біорізноманіття» [6; 18]. У контексті цих принципів можна виділити два напрями планування й управління землекористуванням для потреб проектування екомереж:

- поліпшення існуючого стану природних екосистем та їх біорізноманіття через зміни в землекористуванні;
- створення нової просторової організації і пов'язаної з цим інфраструктури з урахуванням потреб соціально-економічного розвитку та захисту біорізноманіття.

В обох випадках процеси під час формування екомережі передбачають такі етапи: визначення цілей, враховуючи стратегії та ініціативи; планування; проектування; управління; моніторинг (рис. 1). На відповідних етапах використовуються різні підходи та інструменти для гармонізації інтересів щодо землекористування і захисту природних екосистем (біорізноманіття, стійкість, екосистемні послуги тощо). Ці підходи та інструменти представлені конкретними процедурами планування й ухвалення рішень (включаючи участь усіх зацікавлених сторін); інституційними інструментами (включаючи правові норми); аналітичною і плановою діяльністю; проектувальною документацією; технічними рішеннями; екологічною оцінкою.



Рис. 1. Концептуальний підхід до формування екомережі для досягнення цілей сталого розвитку (сформовано автором на основі [7; 13; 17; 23-26; 28])

Вищенаведена схема відображає ключові елементи формування екологічної мережі та подає перелік основних цілей і очікуваних результатів за умов ефективного управління стійкістю екосистем з акцентом на узгодження із землепорядною документацією місцевого та регіонального рівнів.

На регіональному рівні планувальні рішення щодо розвитку екомережі враховують під час складання схем землеустрою і техніко-економічного обґрунтування використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць, територій територіальних громад, зокрема стосовно перерозподілу земель з урахуванням потреби сільського, лісового, водного господарств, розвитку сіл, селищ, міст, територій оздоровчого, рекреаційного, історико-культурного призначення, природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення тощо. Для розширення площі наявних об'єктів природно-заповідного фонду або створення нових заповідних територій розробляють проекти землеустрою щодо організації і встановлення меж територій природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного призначення. У комплексному плані просторового розвитку території територіальної громади (який є одночасно землепорядною та містобудівною документацією) визначають планувальну організацію і функціональне призначення території, а також основні принципи й напрями формування екомережі.

Етап планування є важливий і вирішальний, оскільки спрямований на підготовку та ухвалення стратегічних рішень у двох напрямках: 1) удосконалення існуючого функціонального використання земель з метою захисту та покращання біорізноманіття; 2) планування нового функціонального використання земель з метою захисту та покращання біорізноманіття. Під час визначення стратегічних рішень встановлюють основні цілі, принципи, параметри альтернативних варіантів планування, проводять їх оцінку та вибір одного з них. Рекомендується проводити комплексне стратегічне планування, головною метою якого є міжгалузєва координація і гармонізація різних інтересів на відповідній території, включаючи інтереси в захисті біорізноманіття та сталому розвитку екосистем. Переважаючі рівні комплексного стратегічного планування землекористування – місцевий рівень (масштаб орієнтовно 1:10 000) і регіональний рівень (масштаб орієнтовно 1:25 000 – 1:50 000), які ув'язані з локальним і національним рівнями. Обов'язковою складовою стратегічного планування і процесу ухвалення стратегічних рішень є стратегічна екологічна оцінка планової документації.

На етапі планування землекористування виявляють та / чи розглядають проблеми, пов'язані із стійкістю екосистем і станом їх біорізноманіття:

- конфлікти між існуючим функціональним землекористуванням або існуючою просторовою організацією та захистом стійкості екосистеми;
- рівень деградації екосистем через перевищення антропогенного навантаження на території;
- деградація або зниження стійкості екосистеми через зовнішні чинники (зміна клімату, забруднення води та повітря, військові дії тощо);
- фрагментація природних ландшафтів;
- втрата екосистем або їх частин через забудову територій.

Планувальний етап також передбачає участь громадськості, яка є важлива для: прозорості та довіри (зменшує конфлікти і покращує процес ухвалення рішень); розкриття альтернатив і компромісів (допомагає знайти збалансовані рішення між охороною природи та соціально-економічними потребами); врахування місцевих особливостей (знання місцевих екосистем, історичних і культурних цінностей, потреб громади); забезпечення рівності через можливість участі різних груп (меншість, молодь, люди з обмеженими можливостями тощо).

Наступним етапом після вибору оптимального варіанта планувального рішення є етап проєктування, який зосереджений на детальній розробці заходів (зокрема із землеустрою) і ґрунтується на: основних вимогах щодо реалізації прийнятого планувального рішення; даних про стан довкілля; даних про середовища існування, наявність видів, існуючі чи потенційні екологічні коридори; даних про доступні ресурси і технології; стратегічній екологічній оцінці (CEO). Результатом цього етапу є проєктувальна документація щодо конкретних заходів, що є основою для їх впровадження. Обов'язковою складовою етапу проєктування є процес оцінки впливу на навколишнє середовище, який пов'язаний із CEO і в якому першочерговим підходом є уникнення чи пом'якшення негативних екологічних наслідків. Оцінені варіанти проєктів порівнюються через аналіз витрат і вигід (оцінюючи технічні, екологічні, фінансові аспекти) та обирається найкращий варіант проєкту. Головна мета вибору між кількома варіантами – уникнути максимуму перешкод між розвитком території та інтересами захисту біорізноманіття на рівні проєктування. Залежно від напрямку планувального стратегічного рішення пропонується обирати заходи із землеустрою, що наведені на рис. 2.

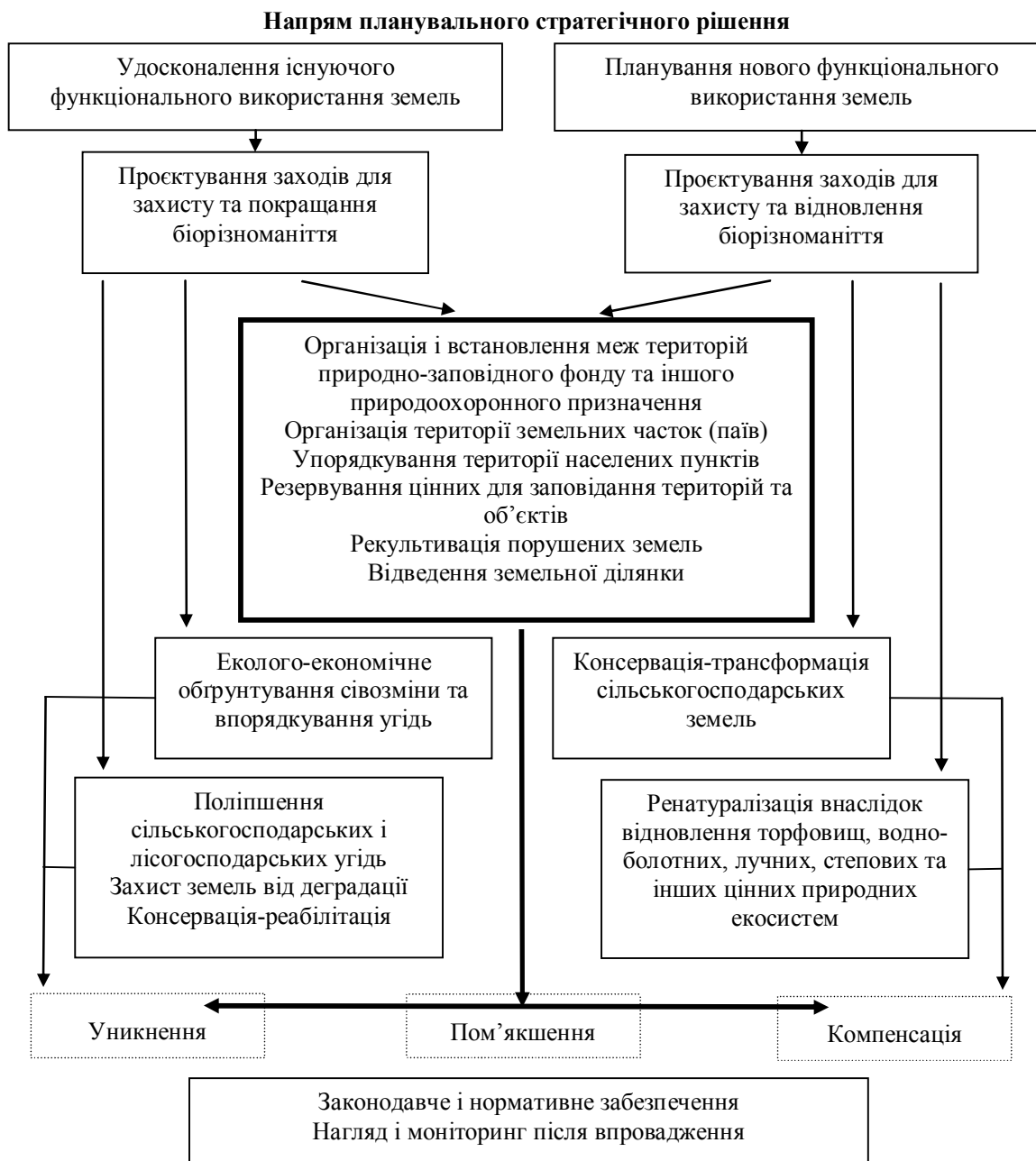


Рис. 2. Детальна схема заходів із землеустрою на етапі проектування екомережі (сформовано автором на основі [12; 13; 15; 24])

Етап проектування є невід'ємним продовженням етапу планування і зосереджений на детальній розробці заходів, спрямованих на реалізацію вибраного оптимального варіанта стратегічного рішення щодо захисту, поліпшення та/чи відновлення біорізноманіття території. У загальному розумінні проекти землеустрою і робочі проекти землеустрою розробляють для:

- конкретних заходів щодо захисту і зміцнення стійкості екосистем за умов удосконалення існуючого землекористування чи просторової організації;

- конкретних заходів щодо захисту і зміцнення стійкості екосистем за умов створення нового землекористування чи нової просторової організації, особливо якщо це є вимогою в результаті СЕО;

- конкретних заходів для уникнення, пом'якшення або компенсації конфліктів після вибору оптимального варіанта стратегічного рішення щодо просторового розвитку землекористування.

Під час планування просторового розвитку у процесі гармонізації інтересів різних зацікавлених

сторін та ухвалення рішень стосовно найбільш ефективного, сталого і безконфліктного використання земель виникає проблема порівняння різних вигід, що пов'язані з різними типами землекористування. У цьому контексті актуально

використовувати концепцію екосистемних послуг, а саме методи оцінки екосистемних послуг, які можна отримати від впровадження планових рішень і проєктних заходів щодо біорізноманіття (рис. 3).

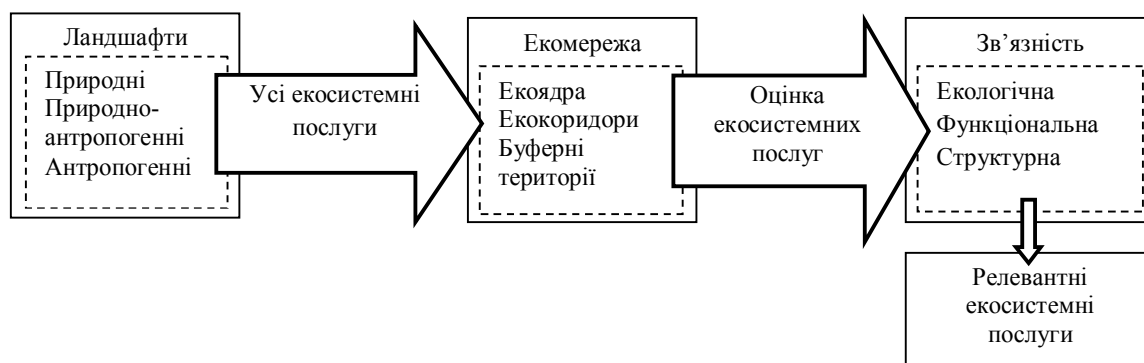


Рис. 3. Концептуальний підхід до визначення екосистемних послуг у процесі планування та проєктування екомережі (сформовано автором на основі [21; 22; 24; 28; 29])

Оцінка екосистемних послуг дозволяє ухвалити більш ефективні природоорієнтовані рішення в процесі планування просторового розвитку і проєктування заходів для впровадження цих рішень. Проведення оцінки екосистемних послуг матиме користь як для навколишнього середовища, так і для добробуту людини, а інвестування в оцінку екосистемних послуг на певній території чи окремій земельній ділянці допоможе: ухвалити правильне рішення щодо підтримки збереження чи відтворення біорізноманіття; визначити й обґрунтувати стратегію управління для підтримки сталого землекористування та добробуту людей; зібрати додаткову інформацію про переваги природи, які не враховуються у традиційних підходах до розвитку територій; надати інформацію для підвищення обізнаності і стимулювання громадської та державної підтримки збереження важливих територій біорізноманіття; визначити економічні, соціальні, культурні аргументи на користь збереження місць, важливих для біорізноманіття.

Висновки. У цьому дослідженні теоретично обґрунтований взаємозв'язок між формуванням екомережі та системою землеустрою, який полягає в тому, що екомережа виступає не лише природною інфраструктурою, а й ключовим засобом забезпечення сталого розвитку через інтеграцію ландшафтних процесів, екосистемних послуг та соціально-економічних потреб у систему просторового планування. Теоретико-методологічна синергія між ландшафтною екологією, просторовим

плануванням та землеустроєм дозволяє формувати більш стійкі та гнучкі територіальні рішення, які зменшують ризики втрати біорізноманіття та забезпечують важливі екосистемні послуги для благополуччя населення.

Практична складова цієї взаємодії потребує координації між різними рівнями планування (національний, регіональний, місцевий) з урахуванням відмінностей ландшафтів, соціально-економічних потреб населення та проблем, пов'язаних зі стійкістю екосистем і станом їх біорізноманіття. Просторове планування повинно забезпечити прозорий, гнучкий та узгоджений міждисциплінарний підхід до визначення структурних елементів екомережі, враховуючи цінність кожного ландшафтного елемента та інтегруючи його у землеволодіння і землекористування.

Вважаємо, що в Україні біорізноманіття потребує більшої уваги в плануванні і управлінні землекористуванням. Необхідно не лише розробляти схеми формування екомережі і визначити структурні елементи екомережі, а й вживати заходів для їх ефективного впровадження через плани просторового планування і проєкти землеустрою. Цього можна досягти затвердженням чітких правових положень і розробкою методичних рекомендацій щодо створення структурних елементів екомережі, передусім екологічних коридорів, які підвищать екологічну зв'язність. Подальші наукові дослідження будуть спрямовані на вирішення проблем практичної складової землеустрою щодо впорядкування землеволодінь і землекористувань територій та об'єктів екологічної мережі.

Бібліографічний список

1. Байдіков І. А. Теоретико-методологічні аспекти визначення і обґрунтування ландшафтних комплексів як потенційних структурних складових каркасу екомережі. *Український географічний журнал*. 2014. № 2. С. 51–57. doi: <https://doi.org/10.15407/ugz2014.02.051>.
2. Бондар О. І., Мілехін П. О., Шевченко Р. Ю. Науково-практичні основи розроблення місцевої схеми формування екологічної мережі територіальної громади. *Екологічні науки*. 2024. № 5 (56). С. 245–255. doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.5-56.37>.
3. Ващишин М. Я. Склад та функції сполучних територій національної екологічної мережі. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2014. № 6. С. 71–74.
4. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень. Київ: Лікей, 1995. 23 с.
5. Добровільний національний огляд щодо Цілей сталого розвитку в Україні. Київ, 2020. 117 с.
6. Завдання та індикатори досягнення Цілей сталого розвитку в Україні на період до 2030 року. Київ, 2024. 110 с.
7. Конвенція про охорону біологічного різноманіття: Закон від 29.11.1994 р. № 257/94-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text (дата звернення: 16.01.2025).
8. Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі: Закон від 29.10.1996 р. № 436/96-ВР. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_032#Text (дата звернення: 16.01.2025).
9. Ландшафтознавство в Інституті географії Національної академії наук України / В. Т. Гриневецький та ін. *Український географічний журнал*. 2017. № 4. С. 3–12. doi: <https://doi.org/10.15407/ugz2017.04.003>.
10. Максименко Н. В., Клещ А. А., Кваргенко Р. О. Територіальна організація регіональної екологічної мережі Харківської області на ландшафтній основі: монографія. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2022. 200 с.
11. Природно-заповідний фонд: офіц. сайт. URL: <https://wownature.in.ua/> (дата звернення: 16.01.2025).
12. Про екологічну мережу: Закон України від 24.06.2004 р. № 1864-ІV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1864-15#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
13. Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки: Закон України від 21.09.2000 р. № 1989-ІІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1989-14#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
14. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо змісту розроблення регіональних програм з охорони довкілля: наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 11.07.2023 р. № 486. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0486926-23#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
15. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. № 858-ІV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
16. Про Концепцію збереження біологічного різноманіття України: Постанова Кабінету Міністрів України від 12.05.1997 р. № 439. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/439-97-%D0%BF#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
17. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року: Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
18. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ Президента України від 30.09.2019 р. № 722/2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 16.01.2025).
19. Удовиченко В. В. Біоцентрично-сітьова конфігурація мішанолісових ландшафтних комплексів Лівобережної України (на прикладі тестової ділянки дослідження). *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2017. № 16. С. 29–38.
20. Удовиченко В. В. Природно-заповідний фонд території Лівобережної України як основа розбудови екомережі регіону. *Український географічний журнал*. 2017. № 1. С. 38–47. doi: <https://doi.org/10.15407/ugz2017.01.038>.
21. Bennett G. Integrating Biodiversity Conservation and Sustainable Use: Lessons Learned from Ecological Networks. Gland: IUCN, 2004. 55 p. URL: <https://portals.iucn.org/library/node/8355> (Accessed January 16, 2025).
22. Bolliger J., Silbernagel J. Contribution of Connectivity Assessments to Green Infrastructure (GI). *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2020. Vol. 9 (4). P. 212. doi: <https://doi.org/10.3390/ijgi9040212>.
23. Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors / J. Hilty et al. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. 122 p. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.PAG.30.en>.
24. Guidelines on How to Use Spatial Planning Tools in Integrative Management of Ecological Corridors: ConnectGREEN Project / M. Finka, V. Ondrejčka, M. Husár, M. Huba, J. Li. 2021. 76 p.
25. Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A. Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. *Landscape Ecol.* 2020. Vol. 35. P. 353–371. doi: <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00950-4>.
26. Kunming-Montreal Global biodiversity framework: Agenda item 9A. Canada, 7–19 December 2022. URL: <https://www.cbd.int/doc/c/e6d3/cd1d/daf663719a03902a9b116c34/cop-15-l-25-en.pdf> (Accessed January 16, 2025).
27. Popescu O.-C., Tache A.-V., Petrișor A.-I. Methodology for Identifying Ecological Corridors: A Spatial Planning Perspective. *Land*. 2022. Vol. 11. doi: <https://doi.org/10.3390/land11071013>.
28. Stoiko N., Kostyshin A., Kryshenyk N. The Conceptual Framework for Protection of the Biological Diversity of Ukraine's Rural Areas. *Baltic Surveying: International Scientific Journal*. 2021. Vol. 15. P. 46–51. doi: <https://doi.org/10.22616/j.balticsurveying.2021.15.006>.
29. Zoppi C. Ecosystem Services, Green Infrastructure and Spatial Planning. *Sustainability*. 2020. Vol. 12 (11). doi: <https://doi.org/10.3390/su12114396>.

Стаття надійшла 18.02.2025

КАФЕДРИ ЗЕМЛЕУСТРОЮ ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ – 75 РОКІВ

20 грудня 2025 р. минає 75 років від дня створення кафедри землевпорядного проектування (із 2016 року кафедра землеустрою) Львівського національного університету природокористування.

На створеному 1947 року землевпорядному факультеті Львівського сільськогосподарського інституту існувала лише одна спеціалізована кафедра геодезії, на якій не було фахівців, щоб забезпечити вивчення дисциплін землевпорядного циклу. Тож вирішили створити кафедру землевпорядного проектування.

Період створення кафедри збігається з розгортанням на теренах західних областей України землевпорядних робіт, пов'язаних із колективізацією та організацією перших колгоспів на усуспільнених землях селян.

Із перших днів заснування кафедру очолював професор Шулейкін О. Д., який був беззмінним завідувачем упродовж 32 років (1950–1983 рр.). Згодом кафедру очолювали: доцент Мицай М. А. (1983–1988 рр.), професор Казьмір П. Г. (1988–2007 рр.), доцент Богіра М. С. (2007–2010 рр.), доцент Колодій П. П. (2010–2013 рр.), доцентка Стойко Н. Є. (2013–2016 рр.), професор Шука Г. П. (2016–2017 рр.), професор Курильців Р. М. (2017–2020 рр.), а з 2020 року понині кафедру землеустрою очолює доцент Богіра М. С., який має чималий досвід роботи на виробництві.

Трудову діяльність М. С. Богіра розпочинав на посаді начальника районного відділу земельних ресурсів. Понад 25 років працював на різних посадах в органах влади районного і обласного рівня, зокрема й на посаді голови районної державної адміністрації та заступника голови обласної державної адміністрації.

У різні роки на кафедрі працювало чимало відомих в Україні науково-педагогічних працівників: О. Александров, О. Шулейкін, К. Баєв, П. Бутенко, С. Генсірук, М. Волощук, В. Горлачук, І. Здоровцов, К. Кондратенко, Є. Кузик, О. Кульчицький, М. Дроздяк, Я. Лютий, Т. Магазинчиков, І. Мартинюк, М. Мицай, В. Пастернак, О. Ноздрін, Ю. Соломін, Д. Солярчук, Є. Тарнавська, Л. Тібілова, Є. Шевченко, М. Ступень, А. Сохнич та інші.

У 1954 році на кафедрі було відкрито аспірантуру. Перші аспіранти – Т. Магазинчиков, М. Мицай, І. Цаплін, І. Мартинюк.

У 1968 році створено кафедру землевпорядкування, яку 1972 року перейменували на кафедру земельного кадастру (завідувач – Т. П. Магазинчиков).

У 1999 році на факультеті створена ще одна спеціальна кафедра – управління земельними ресурсами, яку 2020 року приєднано до кафедри землеустрою, а викладачі кафедри управління земельними ресурсами перейшли працювати на кафедру землеустрою: завідувач кафедри д. е. н., проф. Сохнич А. Я., доценти Костишин О. О., Солярчук Ю. Д., Ступень О. І. Доцентка Смолярчук М. В. перейшла працювати на кафедру земельного кадастру.

Кафедра ініціювала проведення науково-практичних конференцій за участю виробничників та представників інших землевпорядних факультетів. Саме в цей час сформувалася самобутня Львівська землевпорядна школа.

Викладачі долучалися до розробки проєктних пропозицій щодо захисту ґрунтів на теренах України та Молдови. На прикладі цих регіонів розроблено методику складання схем і проєктів протиерозійної організації території та виконання комплексу землевпорядних заходів, пов'язаних із їхньою реалізацією. У 1968 році при кафедрі організовано студентську землевпорядну експедицію.

Дослідження науковців кафедри присвячені питанням комплексного еколого-економічного обґрунтування проєктних рішень щодо організації використання земельних ресурсів, розроблено модель ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території господарств. На кафедрі висунуто, теоретично обґрунтовано та апробовано у виробничих умовах ідею організації та оперативного ведення динамічних сівозмін. Ця наукова робота – одна із найвагоміших результатів науково-дослідної діяльності кафедри. На основі цих досліджень розроблено низку експериментальних проєктів.

Із розвитком загрозливих темпів деградації земель в Україні виникає необхідність всебічного та комплексного врахування екологічних вимог, тож кафедра займається науковою розробкою питань еколого-економічного обґрунтування просторової організації території.

Науковці кафедри вперше в землевпорядній науці і практиці обґрунтували доцільність

формування елементарних ландшафтно-екологічних територіальних одиниць (ЕЛЕТО) під час складання проєктів землевпорядкування сільськогосподарських підприємств.

Земельна реформа в Україні внесла низку змін у підходах до проведення землеустрою: зміна власності на землю, реформування земельних відносин у незалежній державі – Україні – призвели до зміни державної політики в організації використання та охорони земель.

На цьому етапі колектив кафедри активно розпочав дослідження проблем і розробку конкретних пропозицій щодо реформування земельних відносин в Україні та оптимізації використання земельних ресурсів. У результаті запропоновано власну концепцію поетапного здійснення земельної реформи в Україні, яка частково врахована при розробці і затвердженні Концепції відродження села і сільського господарства Львівщини (1990 р.).

Особливість діяльності кафедри в умовах реалізації земельної реформи – в пошуку шляхів організації використання й охорони земель за умов існування приватної власності на землю і майно та потреби оптимізації використання земельних ресурсів. Було доведено, що в таких умовах землевпорядне проектування має базуватися на чітко розробленій стратегії земельних перетворень, мати науково обґрунтовану концепцію подальшого розвитку, спиратися на відповідні закони та підзаконні акти, зокрема на комплексну (в екологічному, соціальному, економічному й технологічному аспектах) систему заходів.

У 1997 році працівники кафедри ініціювали створення на базі студентської експедиції і спеціальних кафедр землевпорядного факультету Західного науково-дослідного інституту землеустрою і земельного кадастру ЛДАУ, першого у складі Львівського державного аграрного університету, який проіснував до 2024 року.

Сьогодні кафедра працює над вивченням негативних наслідків земельної реформи і пошуку шляхів виправлення ситуації та вдосконалення теоретичних і методичних положень обґрунтування ефективного еколого-економічного й раціонального використання земель. Це зокрема: розроблення рекомендацій щодо проведення землевпорядних робіт в умовах приватної власності на землі сільськогосподарського призначення під час здійснення земельної реформи; розробка підходів до оптимізації використання земельних часток (паїв), застосовуючи консолідацію земель; вдосконалення науково-методичного забезпечення реалізації земельної реформи в системі аграрної реформи й розроблення і впровадження еколого-економічних аспектів раціонального використання та охорони земель.

Кафедра землеустрою поновила підготовку аспірантів і здобувачів. Нині тут навчаються аспіранти денної форми навчання.

Колектив кафедри усвідомлює, що спеціалісти-землевпорядники, а тим паче вищої кваліфікації, повинні вміти використовувати системи автоматизованого проектування та математичні методи і моделі у своїй роботі, інакше проєкти землеустрою ризикують стати «не задіяними» на ринку праці вже найближчим часом.

Про позитивний досвід роботи у підготовці майбутніх фахівців свідчать високі результати, яких досягають студенти на міжнародних та всеукраїнських наукових студентських конференціях і олімпіадах.

За результатами наукових досліджень студенти пишуть наукові статті, виступаючи з доповідями на наукових конференціях, беруть участь у конкурсах наукових робіт міжнародного рівня. Більшість студентських дипломних проєктів рекомендовані екзаменаційною комісією до запровадження у виробництво.

Загалом на кафедрі здобули знання і підвищили свою кваліфікацію декілька тисяч інженерів-землевпорядників; успішно захищено одну докторську і 22 кандидатські дисертації; результати науково-дослідної та навчально-методичної роботи співробітників кафедри викладено у друкованих працях (у тому числі в монографіях, підручниках, навчальних посібниках, багатьох курсах і конспектах лекцій, науково-методичних рекомендаціях і статтях); співробітники кафедри неодноразово були розробниками, керівниками та консультантами експериментальних проєктів землевпорядкування різних типів.

Кафедра відома в західному регіоні України і далеко поза його межами як авторитетний навчальний підрозділ із підготовки висококваліфікованих інженерів-землевпорядників. Тут пройшли вишкіл: д. е. н., академік УААН Новаковський, д. е. н., члени-кореспонденти УААН Г. Гуцуляк та А. Третяк, д. е. н. Ю. Гуцуляк, д. е. н. М. Лавейкін, к. е. н. О. Панчук, к. е. н. Д. Капуш, к. е. н. Г. Лоїк, к. е. н. В. Тарнавчук, к. е. н. О. Дорош, к. е. н. Й. Дорош, к. е. н. Б. Пархуць та інші.

Серед основних напрямків науково-дослідної роботи, що найактивніше розвиваються сьогодні у Львівській школі землевпорядного проектування, можна виокремити:

- формування інтегрованого планування землекористування територіальних громад;
- удосконалення методології та методики оптимізації землекористування в сучасних умовах;
- формування просторових передумов збалансованого розвитку сільських територій як багатофункціональних систем;

- апробацію і впровадження у землевпорядне виробництво еколого-економічного обґрунтування проєктних рішень;

- оптимізацію структури земельних угідь методами економіко-математичного моделювання;

- прикладні аспекти автоматизації землевпорядного проєктування.

Нині на кафедрі працює 13 співробітників. Серед них – завідувач кафедри, к. е. н., доц. М. Богіра, д. е. н., проф. Р. Курильців, к. е. н., проф. Н. Стойко, кандидати економічних наук, доценти Г. Дудич, О. Костишин, О. Солтис, Ю. Солярчук, О. Ступень, О. Черечон, Л. Дудич, завідувач комп'ютерним класом А. Бурчєня, старші лаборанти Г. Яремко та Г. Микула.

Викладачі кафедри проводять заняття із 21 дисципліни, провідними серед яких є: «Землевпорядне проєктування», «Землеустрій», «Управління земельними ресурсами», «Автоматизація землевпорядного проєктування», «Державний контроль за використанням та охороною земель», «Земельний менеджмент», «Ландшафтознавства», «Економіка землекористувань» тощо.

Пріоритетний напрям наукових досліджень кафедри: механізм забезпечення збалансованого використання земель у контексті просторового розвитку територій, а саме дослідження теоретико-методологічних засад удосконалення землеустрою на місцевому рівні для забезпечення сталого (збалансованого) використання земель. Колектив кафедри запропонував концептуальну модель планування використання земель сільськогосподарського призначення із самосійними лісовими насадженнями; провів контент-аналіз текстової інформації про багатоцільовий підхід до консолідації земель як інструмента землеустрою; науково обґрунтував комплексний підхід до вирішення проблеми деградації земель, заснованого на ідеї нейтральності деградації земель (LDN) і врахуванні екосистемних послуг при плануванні землекористування для максимального збереження природного капіталу. Обґрунтовано регулювання земельних відносин в Україні в контексті сталого розвитку, що потребує комплексного підходу. Для розрахунку екологічної стабільності та антропогенного навантаження на території об'єднаної територіальної громади запропоновано використовувати дані про ресурси, які є на конкретній території, та стежити, яке співвідношення цих ресурсів та які зміни відбуваються з їхньою структурою.

Науковий склад кафедри вивчає й питання організації використання земель в умовах війни і воєнного стану в державі й у післявоєнний період. Розробляються підходи і пропозиції щодо проведення землевпорядних робіт з урахуванням

стану земель, на які вплинула війна. Це зокрема забруднення земель продуктами воєнних дій, у тому числі вибухонебезпечними предметами. Так, із 2022 року до липня 2025 року розміновано відповідно до національних стандартів у сфері гуманітарного розмінування та повернуто у використання 7,75 тис. га сільгоспугідь. Це лише 0,8 % від загальної площі забруднених сільськогосподарчих земель. Ще 403 тис. га повернули в обробіток аграріям у спрощеному порядку.

Ускладнює ситуацію і те, що в умовах воєнного стану суттєво обмежені можливості реалізації повноважень у сфері державного контролю за використанням та охороною земель як Держгеокадастром України, його територіальними органами, так і виконавчими органами територіальних громад. Вживання заходів державного нагляду (контролю) в умовах воєнного стану припинено відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 13 березня 2022 року № 303. Така ситуація може призвести до втрати значної кількості земель, особливо сільськогосподарського призначення. Над особливостями вирішення цих питань працюють працівники кафедри, які в наукових статтях, монографіях, у виступах на наукових форумах і конференціях пропонують удосконалення законодавства, зміни до земельних відносин і землеустрою в цілому.

Колектив кафедри активно співпрацює із закладами вищої освіти і науковими установами Молдови, Польщі, країн Балтії та Закавказзя, а також налагоджує творчу співпрацю з академіями, університетами та науково-дослідними інститутами Австрії, Німеччини, Словаччини та Чехії, із міжнародними фаховими організаціями, зокрема з Міжнародним географічним союзом (IGU), Міжнародною асоціацією ландшафтно-екології (IALE), Міжнародною асоціацією вивчення довкілля людини (AESOP) тощо.

Працівники кафедри і надалі докладатимуть усіх зусиль для поліпшення науково-дослідної та навчальної роботи, передаватимуть здобуті знання й досвід молодому поколінню, робитимуть посильний внесок у науково-методичне забезпечення раціонального використання та охорони земель в Україні.

Сьогодні кафедра землеустрою активно розвивається і здатна швидко реагувати на суспільні процеси, конкурувати на ринку освітніх послуг та в науково-дослідній сфері. Цьому сприяють успішні традиції організації навчального процесу й наукових досліджень, активне використання комунікаційних мереж та новітніх інформаційних технологій, висока академічна мобільність, професіоналізм і злагоджена командна робота викладачів та співробітників кафедри.

М. Богіра, к. е. н.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**Серія
Архітектура та будівництво**

№ 26

Редактор: Н. В. Скосарьова
Коректор: М. Б. Опир
Технічний редактор: Н. І. Максимюк

Перелік наукових фахових видань України, категорія Б
Накази МОН України № 157 від 09.02.2021 р. і № 1166 від 23.12.2022 р.

Наукове видання входить до міжнародних наукометричних баз і каталогів наукових видань:
Index Copernicus; Google Scholar; Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського

Видавець:
Львівський національний університет природокористування
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни
Львівського р-ну Львівської обл., 80381

Підписано до друку 28.02.2025. Формат 60×84¹/₈.
Папір офс. Гарнітура «Таймс». Друк на різнографії.
Обл.-вид. арк. 18,32. Ум. друк. арк. 20,02.
Наклад 50. Зам. 385.

Віддруковано ПП «Арал»
м. Львів, вул. О. Степанівни, 49

Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта підприємницької діяльності
№ 13135 від 09.02.1998 р.