

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 16

Луцьк – 2021

У збірнику висвітлюються результати наукових досліджень будівельних матеріалів і конструкцій; технологій зведення та експлуатації будівель, інженерних і транспортних систем; теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам та методів розрахунку; сучасних тенденцій проектних рішень у будівництві; енергоефективних технологій у міському будівництві та господарстві.

Призначений для науковців, фахівців проектних установ і виробничих підприємств, докторантів, аспірантів, студентів закладів вищої освіти.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Шваб'юк В.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ)

Заступник редактора – **Пастернак Я.М.**, д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ)

Відповідальний секретар – **Ротко С.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ)

Азізов Т.Н., д.т.н., професор (УДПУ, Умань); **Андрійчук О.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Бабич Є.М.**, д.т.н., професор (НУВГП, Рівне); **Белятинський А.О.**, д.т.н., професор (НАУ, Київ); **Дробишинець С.Я.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Жданюк В.К.**, д.т.н., професор (ХНАДУ, Харків); **Задорожнікова І.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Ільчук Н.І.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Карась Славомір**, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); **Кислюк Д.Я.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Клименко Є.В.**, д.т.н., професор (ОДАБА, Одеса); **Кочкарьов Д.В.**, д.т.н., доцент (НУВГП, Рівне); **Мікулич О.А.**, д.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Москалькова Ю.Г.**, к.т.н., доцент (БРУ, Білорусь); **Максимович О.В.**, д.т.н., професор (НУ "ЛП"); **Наумов В.С.**, д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); **Пасічник Р.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Пустюльга С.І.**, д.т.н., професор (Луцький НТУ); **Савенко В.Я.**, д.т.н., професор (НТУ, Київ); **Самчук В.П.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Синій С.В.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Сунак П.О.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Трач В.М.**, д.т.н., професор (НУВГП, Рівне); **Ужегова О.А.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Ужегов С.О.**, к.т.н., (Луцький НТУ); **Чапюк О.С.**, к.т.н., доцент (Луцький НТУ); **Шишкін О.О.**, д.т.н., професор (КНУ, Кривий Ріг).

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20340-10140Р від 31.05.2013).

Включений Міністерством освіти і науки до переліку наукових фахових видань України (категорія Б) за спеціальностями 113 – Прикладна математика; 122 – Комп'ютерні науки (наказ МОН України, № 409 від 17.03.2020 р.); 192 – Будівництво та цивільна інженерія (наказ МОН України, № 886 від 02.07.2020 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького національного технічного університету (протокол № 4 від 25 листопада 2021 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра будівництва та цивільної інженерії, e-mail: Zbirnukfbd@gmail.com,

<http://eforum.lntu.edu.ua/index.php/construction>, телефон (0332) 26-24-60

**ПРОБЛЕМИ У СФЕРІ ТЕХНІЧНОЇ ІНВЕНТАРИЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ
НЕРУХОМОСТІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ**

**PROBLEMS IN THE FIELD OF TECHNICAL INVENTORY OF REAL
ESTATE OBJECTS AND WAYS TO SOLVE THEM**

**Білошицька Н.І., к.т.н., доц., Шпарбер М.Є., ст. викл.,
Поркуян С.Л., ст. викл., Мирошніченко І.О., студент
(Східноукраїнський національний університет імені Володимира
Даля)**

**Biloshytska N.I., Ph.D., Associate Professor, Shparber M.E., Senior
Lecturer, Porkuyan S.L., senior lecturer, Myroshnichenko I.O., student
(Volodymyr Dahl East Ukrainian National University)**

У роботі досліджено питання проведення технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна в сучасних умовах, визначено коло основних проблемних ситуацій щодо питань проведення технічної інвентаризації, з якими має справу ринок. Запропоновано методичні підходи та шляхи їх вирішення з використанням сучасних програм та засобів автоматизованої роботи з базами даних.

Technical inventory is one of the main functions of real estate management and connects the formal and physical aspects of real estate. It consists in the fact that the information generated as a result of its implementation is necessary for further operations with the object: during the technical inventory of real estate, the indicators of the object are identified and officially fixed, which allows to unambiguously distinguish it from other objects. real estate. Therefore, the technical inventory is the basis for ensuring the rights of the state and citizens in the process of real estate management, as well as the basis of property relations.

A number of the main problems facing the market have been identified, the following being particularly acute:

- the difficulty of verifying data on real estate rights created before 2012 and cases of forgery, loss and / or destruction of documents with data on property rights;*
- imperfect regulation of works on technical inventory of certain real estate objects for which there is a request from customers (on the one hand) and duplication of data on real estate objects created by different specialists, which leads to unnecessary costs for customers (on the other hand).*

In accordance with the two problems, ways to solve them are proposed, namely:

Implement a pilot project on digitization of preliminary materials of technical inventory of several settlements, districts and / or united territorial communities and decide on the feasibility of digitizing data on real estate and property rights to them, which are created and stored in the BТИ until 01.01. 2013.

Improve the procedure for conducting a technical inventory of individual real estate objects by conducting a study on the need for legal regulation.

Define a list of required data to be uploaded to public inventories and registers electronically.

Improve the procedure for recording the fact of destruction, demolition of a construction or real estate object and public access to such data to other users.

Ключові слова: технічна інвентаризація, нерухоме майно, Бюро технічної інвентаризації, Єдина державна електронна система

Keywords: technical inventory, real estate, Bureau of technical inventory, Unified state electronic system

Технічна інвентаризація є одною з основних функцій управління нерухомістю і пов'язує формальну та фізичну сторони об'єкта нерухомості. Вона полягає в тому, що сформована внаслідок її проведення інформація є необхідною для здійснення подальших операцій з об'єктом: під час технічної інвентаризації нерухомого майна виявляються та отримують офіційне закріплення показники об'єкта, що дозволяють однозначно виділити його з - поміж інших об'єктів нерухомості. Тому технічна інвентаризація є основою для забезпечення прав держави та громадян у процесі управління нерухомістю, а також є основою майнових відносин.

Інвентаризаційна справа, матеріали технічної інвентаризації та технічні паспорти з 1 грудня 2021 року розроблятимуться з використанням Реєстру будівельної діяльності Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва [1].

Технічну інвентаризацію об'єктів нерухомого майна (ОНМ) здійснюють у випадках [2]:

- необхідності прийняття до експлуатації нових об'єктів будівництва;
- необхідності проведення держреєстрації права власності на незавершений об'єкт будівництва;
- необхідності проведення держреєстрації права власності на ОНМ, що утворився завдяки поділу, об'єднанню або виділенню частки;
- на підставі винесеного судового рішення тощо.

Метою роботи є дослідження кола основних проблем в питанні проведення технічної інвентаризації ОНМ в сучасних умовах, з якими має справу ринок та запропонувати шляхи їх вирішення з використанням сучасних програм та засобів автоматизованої роботи з базами даних.

На сьогодні Інструкція про порядок проведення технічної інвентаризації є єдиним нормативно-правовим документом для проведення технічної інвентаризації нерухомого майна в Україні [3, 4, 5]. Відповідно

до неї на кожний об'єкт нерухомого майна заводиться інвентарна справа та проводиться первинна технічна інвентаризація.

Відповідно до Закону України «Про технічну інвентаризацію об'єктів нерухомого майна» [6] технічна інвентаризація є комплексом робіт для визначення складу, фактичної площі, об'єму, технічного стану та фізичного зносу об'єктів нерухомого майна з виготовленням відповідних документів. Згідно з [6] є первинна технічна інвентаризація (проводиться вперше) і поточна (встановлює зміни технічних або якісних характеристик ОНМ за певний період часу після первинної інвентаризації).

Досвід проведення обмірів об'єктів нерухомості по всьому світу досить різноманітний. Після проведення досліджень щодо цього питання [7], було виявлено, що результати обмірів за місцевими законами та правилами сильно відрізняються від правил деяких ринків або в рамках одного ринку між різними територіальними одиницями через виключення з обмірів площ лоджій, терас, балконів або включення внутрішніх садів, басейнів тощо.

Аналогічно відрізняються й спеціалісти з проведення технічної інвентаризації в різних країнах світу. В одних країнах цим займаються спеціалісти з вимірювання, яких винаймають лише для здійснення обмірів ОНМ, а в інших – експерти з оцінки або розроблення поповерхових планів.

Саме через такі та інші розбіжності було обговорено на зустрічі у Світовому банку Міжнародної коаліції стандартів вимірювання майна (IPMSC) в травні 2013 року. Метою організації є розроблення єдиних міжнародних стандартів обмірювання нерухомого майна, без яких обміри нерухомості виглядали по-різному і відрізнялися один від одного.

Для залучення міжнародних інвесторів та сприянню гарних умов щодо ведення бізнесу, потрібно звернути увагу на світовий розвиток в питанні проведення технічної інвентаризації.

Авторами [2] було визначено ряд основних проблем, з якими має справу ринок, особливо гостро постають наступні:

- складність перевірки даних про права на нерухоме майно, які створені до 2012 року та випадки підроблення, втрати та/або знищення документів з даними про право власності;
- недосконале врегулювання робіт з проведення технічної інвентаризації окремих ОНМ щодо яких є запит від замовників (з одного боку) та дублювання даних про об'єкти нерухомості, які створюються різними спеціалістами, що призводить до зайвих витрат замовників роботи (з іншого боку).

З 50-х років минулого століття реєстрація будинків відбувалась завдяки Бюро технічної інвентаризації (БТІ) виконавчих комітетів місцевих Рад депутатів трудящих. З 1996 до 2002 року право власності на нерухоме майно реєструвалося комунальними підприємствами БТІ. З 2003 до 2012 року комунальні БТІ (але не всі) для реєстрації права власності та

інших речових прав на нерухоме майно починають використовувати електронний Реєстр прав власності на нерухоме майно, власником якого було Міністерство юстиції України.

Починаючи з 1 січня 2013 року Законом України від 11.02.2010 № 1878-VI «Про внесення змін до Закону України «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обмежень» та інших законодавчих актів України» [8] комунальні БТІ були позбавлені повноважень з реєстрації речових прав на нерухоме майно. З цієї дати державна реєстрація речових прав на нерухоме майно здійснюється виключно шляхом внесення електронного запису до Державного реєстру речових прав на нерухоме майно. У різний час з 1 січня 2013 року до теперішнього часу державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно здійснювали державні реєстратори прав на нерухоме майно реєстраційних служб територіальних органів Міністерства юстиції України (повноваження яких вже припинено), акредитовані суб'єкти (повноваження яких теж припинено), державні реєстратори прав на нерухоме майно виконавчих органів сільських, селищних та міських рад, Київської, Севастопольської міських, районних, районних у містах Києві та Севастополі державних адміністрацій та нотаріуси.

Найчастіше архівні матеріали з БТІ зберігаються відповідним чином та в них можна знайти інформацію попередніх періодів. З іншого боку, існують окремі випадки відсутності, втрати, пошкодження, знищення та/або підроблення матеріалів із даними про будинки, домоволодіння чи право власності на об'єкти нерухомого майна, які виникли у період з 50-х років минулого століття до 2012 року включно.

Регулювання поступово досягає поставленої мети, але в процесі прийняття та застосування інструменту регулювання суттєво змінились обставини.

Вирішення даної проблеми можливо досягти наступним шляхом:

1. Реалізувати пробний проєкт з оцифрування попередніх матеріалів технічної інвентаризації декількох населених пунктів, районів та/або ОТГ: під час проведення такого проєкту відпрацювати технологію обліку ОНМ та зареєстрованих на них речових прав, дані про які зберігаються у комунальних БТІ, із виконанням наступних заходів:

– мінімізації кількості помилок, що виникають внаслідок створення електронних даних на основі паперових документів;

– порівняння, узгодження та ув'язки отриманих даних із даними Державного земельного кадастру, Державного реєстру речових прав на нерухоме майно та його невід'ємної архівної складової – Реєстру прав власності на нерухоме майно.

2. За результатами пілотного проєкту, прийняти рішення щодо доцільності оцифрування даних про ОНМ та речові права на них, які створені та зберігаються у БТІ до 01.01.2013 (дата передачі повноважень з

реєстрації речових прав від БТІ до державних реєстраторів прав на нерухоме майно реєстраційних служб територіальних органів Міністерства юстиції України).

Діючою Інструкцією з технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна [3, 4] не врегульовано вимоги стосовно проведення технічної інвентаризації наступних об'єктів:

– Транспортні споруди: автостради, вулиці та дороги; залізниці; злітно-посадкові смуги; мости, естакади, тунелі та метро; порти, канали, греблі та інші водні споруди.

– Трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі: магістральні трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі; місцеві трубопроводи та комунікації.

– Водні та водогосподарські споруди.

– Комплексні промислові споруди.

– Споруди спортивного або рекреаційного призначення.

Стосовно цих об'єктів часто виникають суперечки щодо права власності, умов експлуатації, ремонту або реконструкції.

Виконавці робіт з технічної інвентаризації пропонують додавання у матеріали технічної інвентаризації вибірково (за бажанням замовника) таких об'єктів, як бойлери, кондиціонери, супутникові антени тощо.

Існує неоднозначне розуміння використання технічної інвентаризації окремих об'єктів нерухомості. Наприклад: існують випадки проведення технічної інвентаризації машиномісць не у складі будівель, а на відкритих паркувальних майданчиках, після чого технічний паспорт на таке машиномісце використовується для реєстрації речового права на нього. Виникає суперечка співставлення таких об'єктів та речових прав на них із даними про земельну ділянку. Якщо машиномісце розглядати за аналогією з приміщенням, конфлікту не має, але якщо машиномісце розглядати за аналогією з земельною ділянкою – виникає конфлікт.

Відсутність регулювання знищення та знесення об'єктів нерухомості утворює складнощі для технічних інвентаризаторів, працівників органів містобудування та архітектури, реєстраторів прав, яким потрібно фіксувати таку інформацію і припиняти майнові права на будинок та приміщення у ньому.

Також відсутній нормативний документ щодо визначення технічного стану нежитлових об'єктів під час проведення технічної інвентаризації (для житлових будинків застосовуються СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009 «Правила визначення фізичного зносу житлових будинків»).

Саме зараз обговорюються та розробляються проекти нормативно-правових та нормативних актів щодо врегулювання робіт з технічної інвентаризації всіх вище зазначених об'єктів.

Але, з іншого боку, в інших галузях у результаті вишукувальних та господарських робіт також створюються масиви даних, аналогічних тим, що створюються за результатами технічної інвентаризації об'єктів нерухомості, тобто виникає проблема дублювання даних. А саме:

Виконавці робіт із технічної інвентаризації об'єктів благоустрою складають технічні паспорти з даними про об'єкти благоустрою території загального користування в межах населеного пункту. В інструкції з проведення технічної інвентаризації та паспортизації об'єктів благоустрою, що затверджена наказом Мінрегіонбуду від 29.10.2012 р. №5502, розписані дуже нечітко способи проведення та використання результатів такої інвентаризації.

Експерти з технічного обстеження будівель та споруд за результатами обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів формують паспорти об'єктів будівництва разом з даними про їх технічний стан згідно із статтею 39-2 Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності». Але інформація про обсяг виконаних робіт цими фахівцями відсутня.

Інженери-землепорядники під час розроблення землепорядної документації формують дані про земельні ділянки та угіддя, до складу яких входять дані про будівлі та деякі споруди, наприклад: дороги, споруди транспортної інфраструктури та інженерних комунікацій, але через те, що дані про ці об'єкти не відображаються у відкритому доступі, їх обсяг та стан є невизначеним відносно всієї території України.

Інженери-геодезисти на топографічних планах відображають дані про об'єкти нерухомості, дороги, огорожі, споруди інженерної інфраструктури. Саме зараз немає відкритого веб-ресурсу для обліку топографічних даних, а моніторинг актуальності топографічних матеріалів великого масштабу на національному рівні не проводиться.

Серед вище зазначених об'єктів загальнодержавна електронна інформаційна система створена тільки стосовно обліку земельних ділянок – Державний земельний кадастр. Зараз створюються також Електронна система та Національна інфраструктура геопросторових даних. Різноманітні електронні системи стосовно інших об'єктів існують на регіональному, місцевому й галузевому рівнях з різними правилами та вони не охоплюють в цілому території України. Утворення електронних систем на місцевих та галузевих рівнях у сукупності збільшує витрати коштів місцевих бюджетів на їх подальшу підтримку та витрати часу а також коштів користувачів на адаптацію до цих систем.

Виходячи з усього вище наведеного, проблема не вирішується через недоліки існуючих процедур імплементації.

Вирішення даної проблеми можливо досягнути наступним шляхом:

1. Врегулювати питання стосовно технічної інвентаризації, переглянувши вимоги до електронних даних про технічні відомості наступних об'єктів:

- Транспортні споруди;
- Трубопроводи, комунікації та лінії електропередачі;
- Водні та водогосподарські споруди.
- Комплексні промислові споруди.
- Споруди спортивного або рекреаційного призначення.

2. Провести дослідження системи об'єктів промисловості та комплексів об'єктів нерухомості на предмет необхідності вдосконалення правового регулювання їх технічної інвентаризації.

3. Визначити перелік обов'язкових даних, які потрібно завантажувати до публічних кадастрів та реєстрів в електронному вигляді, та даних, які можливо визначити вибірково за бажанням замовника з урахуванням технологічних можливостей фахівців за різними спеціальностями.

Під час розроблення вимог до електронних даних про спеціалізовані об'єкти нерухомості та місцевості:

– залучати до роботи фахівців із різною спеціалізацією, які будують, обліковують, експлуатують, обстежують та ремонтують відповідні об'єкти;

– формулювати правила та вимоги щодо недопущення дублювання даних, забезпечення оприлюднення та доступу до даних, інформаційної взаємодії між кадастрами та реєстрами, у яких збираються відповідні дані.

4. Вдосконалити процедуру фіксування факту руйнування, знищення, знесення об'єкту будівництва чи об'єкту нерухомості та публічного доступу до таких даних іншим користувачам, оновлення цієї інформації у інших різноманітних реєстрах, Державному земельному кадастрі, базі топографічних даних, містобудівному кадастрі місцевого рівня тощо.

5. Більш чітко визначити можливість проведення технічної інвентаризації машиномісць, розташованих поза будівлями.

Висновки: відповідно до поставлених двох проблем, запропоновано шляхи їх вирішення, а саме:

Реалізувати пробний проєкт з оцифрування попередніх матеріалів технічної інвентаризації декількох населених пунктів, районів та/або ОТГ та прийняти рішення щодо доцільності оцифрування даних про об'єкти нерухомого майна та речові права на них, які створені та зберігаються у БТІ до 01.01.2013.

Вдосконалити процедуру проведення технічної інвентаризації окремих об'єктів нерухомого майна шляхом проведення дослідження на предмет необхідності правового регулювання.

Визначити перелік обов'язкових даних, які потрібно завантажувати до публічних кадастрів та реєстрів в електронному вигляді.

Вдосконалити процедуру фіксування факту руйнування, знищення, знесення об'єкту будівництва чи об'єкту нерухомості та публічного доступу до таких даних іншим користувачам.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення порядку надання адміністративних послуг у сфері будівництва та створення Єдиної державної електронної системи у сфері будівництва» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 51, ст.377) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/199-IX#Text>
2. Бардасова І. Зелена книга. Системний перегляд якості державного регулювання ринків. Технічна інвентаризація об'єктів нерухомого майна // І. Бардасова, О. Пілат, С. Середюк. – К.: Офіс електронного регулювання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cdn.regulation.gov.ua/9e/ea/a7/c6/regulation.gov.ua_GB%20Construction%20Tech%20inventory.pdf.
3. Про затвердження Інструкції про порядок проведення технічної інвентаризації нерухомого майна: Наказ Мінрегіонбуду України від 10.07.2001 р. №582/5773 // База даних «Законодавство України» / ВР України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0582-01>.
4. Про затвердження Змін до Інструкції про порядок проведення технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна: наказ Мінрегіонбуду України від 28.12.2012 р. № 658 // База даних «Законодавство України» / ВР України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z2212-12>
5. Нестеренко Г.Б. Історичні аспекти та особливості проведення технічної інвентаризації об'єктів нерухомого майна // Г.Б. Нестеренко / Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія «Економічні науки», 2017. – № 4. –С. 123-132. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://visn.knau.kharkov.ua/uploads/visn_econom/2017/4/14.pdf.
6. Закон України «Про технічну інвентаризацію об'єктів нерухомого майна» від 05.07.2012 № 10286. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document/view/jf7xq00g?an=3&ed=2012_07_30.
7. Residential Property Measurement Practice. Evidence from World Regions. – RICS Research, 2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/knowledge/research/research-reports/residential-property-measurement-practice-evidence-from-world-regions-rics.pdf>.
8. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обмежень» та інших законодавчих актів України {Із змінами, внесеними згідно із Законами № 4152-VI (4152-17) від 09.12.2011, ВВР, 2012, N 29, ст.331, №5037-VI (5037-17) від 04.07.2012, ВВР, 2013, N 23, ст.224, № 5245-VI (5245-17) від 06.09.2012, ВВР, 2013, N 36, ст.472} [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1878-17#Text>.

References

1. Закон України «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo udoskonalennia poriadku nadannia administratyvnykh posluh u sferi budivnytstva ta stvorennia Yedynoi derzhavnoi elektronnoi systemy u sferi budivnytstva» (Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 2019, № 51, st.377) [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/199-IX#Text>
2. Bardasova I. Zelena knyha. Systemnyi perehliad yakosti derzhavnoho rehuliuвання rynkiv. Tekhnichna inventaryzatsiia ob'ektiv nerukhomoho maina // I. Bardasova, O. Pilat, S. Serediuk. – K.: Ofis elektronnoho rehuliuвання [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://cdn.regulation.gov.ua/9e/ea/a7/c6/regulation.gov.ua_GB%20Construction%20Tech%20inventory.pdf.
3. Pro zatverdzhennia Instruksii pro poriadok provedennia tekhnichnoi inventaryzatsii nerukhomoho maina: Nakaz Minrehionbudu Ukrainy vid 10.07.2001 r. №582/5773 // Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / VR Ukrainy. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0582-01>.
4. Pro zatverdzhennia Zmin do Instruksii pro poriadok provedennia tekhnichnoi inventaryzatsii ob'ektiv nerukhomoho maina: nakaz Minrehionbudu Ukrainy vid 28.12.2012 r. № 658 // Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / VR Ukrainy. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z2212-12>
5. Nesterenko H.B. Istorychni aspekty ta osoblyvosti provedennia tekhnichnoi inventaryzatsii ob'ektiv nerukhomoho maina // H.B. Nesterenko / Visnyk KhNAU im. V.V. Dokuchaieva. Seriya «Ekonomichni nauky», 2017. – № 4. –S. 123-132. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://visn.knau.kharkov.ua/uploads/visn_econom/2017/4/14.pdf.
6. Закон України «Pro tekhnichnu inventaryzatsiiu ob'ektiv nerukhomoho maina» vid 05.07.2012 № 10286. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://ips.ligazakon.net/document/view/jf7xq00g?an=3&ed=2012_07_30.
7. Residential Property Measurement Practice. Evidence from World Regions. – RICS Research, 2016 [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/knowledge/research/research-reports/residential-property-measurement-practice-evidence-from-world-regions-rics.pdf>.
8. Закон України «Pro vnesennia zmin do Zakonu Ukrainy «Pro derzhavnu reiestratsiiu rechovykh prav na nerukhome maino ta yikh obmezhen» ta inshykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy {Iz zminamy, vnesenymy zghidno iz Zakonamy № 4152-VI (4152-17) vid 09.12.2011, VVR, 2012, N 29, st.331, №5037-VI (5037-17) vid 04.07.2012, VVR, 2013, N 23, st.224, № 5245-VI (5245-17) vid 06.09.2012, VVR, 2013, N 36, st.472} [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1878-17#Text>.

**ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЯКОСТІ
ФУНДАМЕНТІВ БУДІВЕЛЬ ЖИТЛОВОГО ФОНДУ
М. СЕВЕРОДОНЕЦЬК**

**FACTORS, THAT AFFECT THE EXPLOITATION QUALITIES
OF THE FOUNDATIONS OF HOUSING FUNDS OF
SEVERODONETSK**

**Білошицький М.В., к.т.н., доц., Білошицька Н.І., к.т.н., доц.,
Уваров П.Є., к.т.н., доц., Лобко Д.І., студентка, Ревека А.В., студент
(Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
м. Сєверодонецьк)**

**Biloshytskyi M.V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Biloshytska N.I., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Uvarov P.E.,
Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Lobko D.I., student Reveka
A.V., student (Volodymyr Dahl East Ukrainian National University
Severodonetsk)**

Проаналізовано стан матеріально-технічної бази житлового фонду м. Сєверодонецьк та проведено обстеження за планувальними районами фундаментів будівель минулого сторіччя методом фотофіксації. Сформовано класифікацію різновидів виявлених пошкоджень фундаментів, описано можливі причини утворення та методи їх усунення.

The condition of the material and technical base of the housing stock of Severodonetsk is analyzed and it is noted that the issue of assessing the technical condition of building structures and buildings in general is important, which makes it possible to prevent their transition to a state unsuitable for normal operation.

The aim of the work is to assess the reduction of operational characteristics of the foundations of residential buildings, which are located in the first planning district of Severodonetsk, Luhansk region, and to develop recommendations for repair and extension work and extend their safe operation.

Was made a review of the planning areas of the foundations of buildings of the last century by photo-fixation. Review oriented the presence of the following damage to the foundations: cracks of different orientation and opening, corrosion of reinforcement, peeling plaster, angular chipping of the concrete wall.

The classification of types of the revealed damages of the bases is formed, the possible reasons of formation and methods of their elimination are described. The reason for the formation of a developed vertical crack opening up to 0.5 cm may be - uneven shrinkage of the foundation or the proximity of groundwater. Usually to eliminate this type of damage it is necessary to fill the crack with cement mortar and carry out major repairs with reinforcement of the foundation and foundation.

The reason for the formation of a significant through vertical crack with the opening of 1...2 cm from the stratification of the masonry may be - shrinkage of the foundation, swelling of the soil. Large cracks in the wall and foundation are filled with foam or cement mortar and reinforced with metal staples.

Horizontally developed crack opening up to 0.5 cm is caused by subsidence of the foundation of the central part and the ingress of moisture. Repairs can be performed by injection.

Corrosion of fittings and angular chipping. The reason is a construction shortage and an operational factor of local moisture exposure. Restoration of a protective layer with use of polymeric materials and a reinforcing grid is required. All work to restore these defects should be carried out only in dry weather at a temperature not lower than + 5°C.

Ключові слова: житловий фонд, фундамент, основа, будівля, пошкодження, глибина промерзання, рівень ґрунтових вод, фільтрація

Key words: housing funds, foundation, ground, building, damage, freezing depth, groundwater level, filtration

Аналіз матеріально-технічної бази житлового фонду першого планувального району міста Севродонєцьк, проведений у рамках запровадження положень "Стратегії розвитку Севродонєцької міської територіальної громади на період 2021 - 2027 роки", демонструє, що в багатьох випадках підвищити її ефективність можливо тільки за умови проведення реконструкції існуючих будівель та споруд. При цьому важливим є питання оцінювання технічного стану будівельних конструкцій і будівель у цілому, що дає можливість не допустити їх переходу до стану, непридатного до нормальної експлуатації.

Основи та фундаменти є найважливішими елементами будівель та споруд. У загальному обсязі будівництва підготовка основ та влаштування фундаментів має значну питому вагу як за вартістю, так і за трудомісткістю будівельних робіт. Аналіз статистичних даних показує, що більшість аварій будівель та споруд було викликано руйнуванням основ та фундаментів. Недостатня вивченість інженерно-геологічних умов на будівельному майданчику, неякісний устрій основ і фундаментів, неврахування суттєвого збільшення маси будівлі при реконструкції або її технічному переозброєнні, при зведенні нових будівель поблизу існуючих часто викликають їх неприпустимі деформації, які можуть бути причиною пошкодження, а іноді й повного руйнування зведених будівель. Численні обстеження сучасного стану фундаментів будівель і споруд показали наявність пошкоджень, які катастрофічно знижують експлуатаційні якості будівель і споруд, особливо побудови минулого століття. Отже, дослідження факторів, що знижують експлуатаційні властивості фундаментів будівель і споруд для подальшого їх підсилення з метою подовження термінів експлуатації і підвищення несучої здатності при реконструкції є гострою актуальною темою в сучасному будівництві.

Метою роботи є оцінка зниження експлуатаційних характеристик конструкцій фундаментів житлових будівель, які розташовані у першому планувавальному районі м. Северодонецьк Луганської області, і розробка рекомендацій при виконанні ремонтно-відновлювальних робіт і подовження терміну їх безпечної експлуатації.

Фундамент є несучим конструктивним елементом будівлі або споруди, переважно підземним, що сприймає навантаження від будівлі або споруди і передає їх на основу [1, 2].

Перш, ніж розпочинати роботи зі зведення фундаменту, проводяться інженерно-геологічні вишукування відповідно до технічного завдання [3], тобто з'ясовують: переважаючі ґрунти, глибину промерзання ґрунту у районі будівництва [4], рівень ґрунтових вод і вартість зведення фундаменту та будівлі в цілому.

Причини, за якими відбувається вплив на фундамент, поділяють на дві основні групи: природні та конструктивні.

Природні викликані зміною несучих характеристик ґрунту:

- перенасичення ґрунтової породи водою через підмивання ґрунтовими водами, що призводить до погіршення міцнісних характеристик ґрунту;

- часткове вимивання ґрунту, що призводить до утворення пустот під фундаментом;

- спучування ґрунту, відбувається внаслідок промерзання перенасиченого вологою ґрунту;

- просідання і зсув породи викликає дефекти основ фундаменту у всієї будівлі в цілому.

За конструктивними причинами виникають дефекти фундаментів, пов'язані з помилками при будівництві. Провокуючими факторами в цьому випадку можуть бути:

- неправильний вибір типу фундаменту щодо площі і навантаження будівлі;

- неправильно виконані технологічні розрахунки при проєктуванні фундаменту;

- нерівномірне навантаження на фундамент;

- недотримання технології зведення фундаменту;

- збільшення маси об'єкта в процесі його експлуатації, наприклад, надбудова додаткового поверху при реконструкції без додаткового розрахунку несучих конструкцій та підсилення фундаменту.

До причин конструктивного характеру належить також відсутність гідроізоляції, неправильне армування фундаменту, використання неякісних будівельних матеріалів.

Порушення несучої здатності фундаменту може статися як у процесі зведення конструкції, так і під час експлуатації будівлі. Найчастіше виникають такі характерні дефекти та пошкодження фундаментів:

- просадки основ, в результаті чого в фундаментах і стінах будівлі з'являються тріщини;
- злами, вивали і відколи в тілі фундаменту;
- поява в тілі конструкцій вертикальних і косих тріщин;
- розшарування кладки та випадання окремих каменів – поширені дефекти бутового фундаменту;
- зміщення паль від проектного розташування;
- пучення, перекоси, прогини, тріщини в тілі і стиках, сліди вогкості та висоли, випадання розчину з місць сполучень – основні дефекти і пошкодження фундаменту стрічкового типу;
- корозія арматури та бетону, що призводить до відшарування або руйнування захисного шару, спостерігається в залізобетонних фундаментах.

У результаті впливу ґрунтових вод, осадкових тріщин, механічних пошкоджень та інших несприятливих чинників з часом фундаменти втрачають свою міцність. Якщо виявлені масштабні дефекти стрічкових фундаментів, то усунути їх можливо і необхідно шляхом капітального ремонту, при масштабному руйнуванні – повної заміни зруйнованої конструкції на нову.

Вся територія міста Северодонецька розділена на три планувальних райони (рис. 1) [5, 6]. Перший планувальний район забудовувався у 50...70-х роках минулого століття. Він складається переважно із забудови дво-, триповерховими житловими будинками та невеликої кількості чотири-, п'ятиповерхової. Другий район забудовувався у 70...80-х роках минулого століття і складається переважно з п'яти- та дев'ятиповерхових будинків. Третій планувальний район забудовано у період з 2000-х років переважно дев'ятиповерховими житловими будинками, але є й чотири- та семиповерхова забудова.

У рамках дослідження прийнято рішення про аналіз стану та проведення обстеження фундаментів будівель житлового фонду першого планувального району в м. Северодонецьк.

За результатами фотофіксації виконується аналіз пошкоджень житлових будівель, робляться висновки про стійкість та ремонтпридатність фундаменту, наявність дефектів і, як наслідок, зниження несучої здатності та втрата інших експлуатаційних характеристик [7].

Обстеження фундаментів будівель першого планувального району в м. Северодонецьк показали наявність таких пошкоджень фундаментів: тріщини різної орієнтації і розкриття, корозія арматури, відшарування штукатурки, кутове сколювання бетонної стіни.

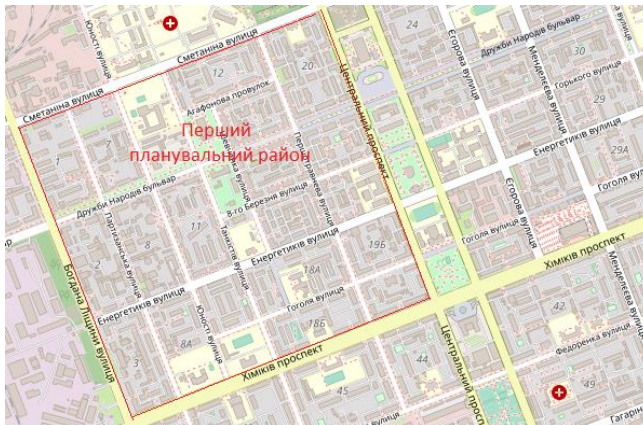


Рис. 1. Фрагмент генерального плану м. Северодонецька

Вертикальні тріщини різного розкриття представлені на рис. 2, 3. Причиною такого виду пошкоджень може бути нерівномірна усадка фундаменту або близькість ґрунтових вод, відсутність або пошкодження суцільності вимощення.

Крім погіршення якісних характеристик ґрунту ґрунтові води здатні також порушити цілісність фундаменту. При тривалому впливі на основу будівлі при фільтрації вони руйнують сполучний розчин, у фундаменті з'являються пустоти і тріщини, які з часом тільки зростають.



Рис. 2. Розвинена вертикальна тріщина розкриттям до 0,5 см

Зазвичай для усунення такого виду пошкоджень потрібно виставити маяки, якщо тріщина протягом тривалого часу стабільна, необхідно закласти її: очистити (пил, бруд, уламки), обробити ґрунтовою сумішшю, заповнити цементним розчином, зачистити шов. Якщо маяк в часі продовжує деформуватися, потрібно провести капітальний ремонт із підсиленням основи та фундаменту, відновити суцільність вимощення.



Рис. 3. Значна наскрізна вертикальна тріщина розкриттям 1...2 см, що йде вгору від цоколя (а) на всю висоту стіни з розшаруванням кладки (б)

Причина – усадка фундаменту, пучення ґрунту. Великі тріщини у стіні заповнюються монтажною піною або заповнюються будівельним розчином ін'єкційним методом, при цьому їх потрібно розширити, зачистити, промити водою, висушити, заробити піною або ін'єктувати цементним розчином. Рекомендується додатково зміцнити металевими скобами.

Горизонтальні тріщини фундаменту (рис. 4) утворюються внаслідок осідання фундаменту центральної частини будинку під дією вимивання ґрунту основи при пошкодженні каналізації та попадання вологи внаслідок пошкодження горизонтальної гідроізоляції. Дані пошкодження усувають посиленням основи фундаменту та відновленням гідроізоляції. Заповнення тріщин виконують ін'єкційним методом. Сполучний розчин, що розширяється, подається в тріщину за допомогою ін'єктора. Суміш, що нагнітається під тиском, щільно заповнює тріщину та утворює скріплення.



Рис. 4. Горизонтальна розвинена тріщина розкриттям до 2 см

2. DBN V.2.1-10-2018. Osnovy i fundamenti budivel ta sporud. [Chynnyi vid 01.01.2019] Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2018. – 36 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).
3. DBN A.2.1-1-2014. Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva. [Chynnyi vid 30.06.2015] Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2015. – 128 s. (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).
4. DSTU-N B V.1.1-27:2010. Budivelna klimatolohiia. [Chynnyi vid 01.11.2011] Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2011. – 121 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy)
5. Biloshytska N.I. Mistobudivni faktory, shcho vplyvaiut na vartist zhytla // N.I. Biloshytska, S.L. Porkuian /Suchasni tekhnolohii v nauksi ta osviti : kolektyvna monohrafiia / pid. red.O. B. Tselishcheva, H. O. Tatarchenko, H. M. Khoroshun. – Sievierodonetsk : vyd-vo SNUim. V. Dalia, 2021. –S. 52-58.
6. Biloshytska N.I. Prybudynkovi terytorii: tendentsii orhanizatsii ta yikh problemy // N.I. Biloshytska, H.O. Tatarchenko, M.V. Biloshytskyi, P.Ie. Uvarov / Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalia 2019. – № 3 (251). – S. 39-47.
7. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnolohichnoho stanu. [Chynnyi vid 01.04.2017] Kyiv: DP UkrNDNTs, 2017. – 47 s. (Natsionalnyi standart Ukrainy).

Список використаної літератури

1. Швець В.Б. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти: Підручник / В.Б. Швець, І.П. Бойко, Ю.Л. Винников, М.Л. Зоценко, О.О. Петраков, В.Г. Шаповал, С.В. Біда. – Дніпропетровськ: «Пороги», 2012. – 197 с.
2. ДБН В.2.1-10-2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. [Чинний від 01.01.2019] Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с. (Державні будівельні норми України).
3. ДБН А.2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва. [Чинний від 30.06.2015] Київ: Мінрегіонбуд України, 2015. – 128 с. (Державні будівельні норми України).
4. DSTU-N B V.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 01.11.2011] Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 121 с. (Національний стандарт України)
5. Білошицька Н.І. Містобудівні фактори, що впливають на вартість житла // Н.І. Білошицька, С.Л. Поркуян /Сучасні технології в науці та освіті : колективна монографія / під. ред.О. Б. Целіщева, Г. О. Татарченко, Г.М. Хорошун. – Северодонецьк : вид-во СНУім. В. Даля, 2021. – С. 52-58.
6. Білошицька Н.І. Прибудинкові території: тенденції організації та їх проблеми // Н.І. Білошицька, Г.О. Татарченко, М.В. Білошицький, П.Є. Уваров / Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля 2019. – № 3 (251). – С. 39-47.
7. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Настава щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технологічного стану. [Чинний від 01.04.2017] Київ: ДП УкрНДНЦ, 2017. – 47 с. (Національний стандарт України).

**ВПЛИВ ТЕРМОЧУТЛИВОСТІ МАТЕРІАЛУ ШАРІВ НА
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БАГАТОШАРОВИХ
ОБОЛОНОК І ПЛАСТИН**

**INFLUENCE OF HEAT SENSITIVITY OF LAYER MATERIAL ON
STRESSED AND DEFORMED STATE OF MULTILAYER SHELLS
AND PLATES**

Бондарський О.Г., к.т.н., доц., (Луцький національний технічний університет), Бабков О.В. к.т.н., доц. (Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури)

Bondarskyu O.G. PhD in Engineering, associate professor (Lutsk National Technical University), Babkov O.V. PhD in Engineering, associate professor (National Academy of Fine Arts and Architecture)

Уточнюються функції розподілу поперечних дотичних напружень при врахуванні залежності фізико-механічних властивостей матеріалу шарів від температури.

Composite polymeric materials are widely used in modern technology. They are characterized by anisotropy of properties and a significant dependence of their thermomechanical characteristics on temperature. For multilayer shells, combining in a single package such heterogeneous materials as metals, foams, fiberglass, is characterized by, in addition, low shear stiffness. When developing a method for calculating thin-walled layered structures under thermal force, these features can be taken into account by using a finite-shear model of shell theory in the assumption of an arbitrary law of change of thermomechanical characteristics from temperature. Within the framework of the unbound quasi-static theory of thermoelasticity, a multilayer orthotropic shell of rotation which is under the influence of temperature and static loading is considered. The purpose of this article is to clarify the distribution functions of the transverse tangential stresses, taking into account the dependence of the physical-mechanical and thermo-physical properties of the material of the layers on the temperature, the values of which are set or calculated. It is established that to calculate the stress-strain state of thick shells with significant shear flexibility of the package and in the presence of intensive heat dissipation from the end surfaces, a quadratic temperature approximation within each layer should be used. For shells of medium thickness and thin, as well as thick but homogeneous, the calculation can be done with a piecewise linear law of temperature distribution. Next, the functions of distribution of transverse tangential stresses are obtained, which allow to build a more accurate model of the stress-strain state of multilayer shells.

Ключові слова: багатошарові оболонки і пластини, термочутливість, кінцево-зсувна модель теорії оболонок.

Keywords: multilayer shells and plates, thermal sensitivity, finite-displacement model of shell theory.

Вступ. Композитні полімерні і інші сучасні матеріали широко застосовуються в різних галузях техніки. Тому розвиток теорій розрахунку пластин і оболонок, які виготовлені із таких матеріалів, є важливою задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Постановка проблеми. Характерними особливостями композитних матеріалів є анізотропія властивостей та істотна залежність їх термомеханічних характеристик від температури нагріву. Численні експериментальні дані свідчать, що при нагріві до 200 °С міцність і модулі пружності конструкційних пластмас із тканим наповнювачем зменшуються в середньому в 2,5 рази, а з трикотажем – у 8-10 разів, при цьому коефіцієнти лінійного розширення α_i для різних матеріалів можуть як зростати, так і зменшуватися, коефіцієнти Пуассона ν_{ij} від температури мало залежать.

Для багат шарових оболонок, що об'єднують в єдиний пакет такі різномірні за своїми властивостями матеріали, як метали, пінопласти, склопластики, характерна, крім того, низька зсувна жорсткість, що посилюється тим, що при нагріві модуль зсуву композитів зменшується значніше, ніж модуль Юнга [1]. При розробці методики розрахунку тонкостінних шаруватих конструкцій за термосилового навантаження вказані особливості можуть бути враховані шляхом використання кінцево-зсувної моделі теорії оболонок [2] у припущенні довільного закону зміни термомеханічних характеристик від температури [3].

Розглянемо у рамках незв'язаної квазістатичної теорії термопружності багат шарову ортотропну оболонку обертання, що складається з m шарів, віднесено до ортогональної системи координат $x_1, x_2, x_3=z$. Координата x_1 спрямована уздовж меридіана, x_2 – в окружному напрямку, z – по зовнішній нормалі до координатної поверхні. Оболонка перебуває під впливом температури $T(x_1, x_2, z)$ і статичного навантаження $q^\pm=(x_1, x_2)$, прикладеного відповідно до зовнішньої ($z=h_{m+1}$) і внутрішньої ($z=h_1$) поверхонь. Матеріал шарів ортотропний, його модулі пружності E_i^k і G_{ij}^k , коефіцієнти Пуассона ν_{ij}^k , температурного розширення α_i^k , теплопровідності λ_i^k і тепловіддачі a_i^k є довільними функціями температури:

$$\begin{aligned} E_i^k &= E_i^k(T); & G_{ij}^k &= G_{ij}^k(T); & \nu_{ij}^k &= \nu_{ij}^k(T); & \alpha_i^k &= \alpha_i^k(T); \\ \lambda_i^k &= \lambda_i^k(T); & a_i^k &= a_i^k(T); & i, j &= 1, 2, 3; & T &= T(x_1, x_2, z) \end{aligned}$$

Мета цієї статті полягає в уточненні функцій f_i розподілу поперечних дотичних напружень σ_{i3} при врахуванні залежності фізико-механічних (ФМВ) і тепло-фізичних (ТФВ) властивостей матеріалу шарів від температури $T = T(x_1, x_2, z)$, значення якої задаються або розраховуються згідно з [4] .

Основна частина. Із співвідношень у роботі [4], при квадратичній апроксимації функцій розподілення і допущенні про незалежність ФМВ і ТФВ від температури, отримана система трьох диференціальних рівнянь у частинних похідних відносно функцій T_0, T_1, T_2 . Там же встановлений вплив ФМВ на розподіл стаціонарного температурного поля за об'ємом складних конструкцій. Так, для розрахунку НДС товстих оболонок $R/H < 7$, із значною зсувною податливістю пакету та за наявності інтенсивного тепловідводу з торцевих поверхонь, слід використати квадратичну апроксимацію. Для оболонок середньої товщини і тонких, а також товстих, але однорідних, розрахунок може робитися при кусочно-лінійному законі розподілу температури.

Вважаючи, що торці оболонки мають ідеальну теплоізоляцію, градієнти температури в меридіональному напрямі незначні, розподілення температури по товщині може бути визначено так:

$$T(z) = T_0 + T_1 \rho(z), \quad (1)$$

$$\text{де: } \rho = \lambda^* \int_0^z \lambda^{-1}(z) dz; \quad \lambda^* = H^{-2} \int_{h_1}^{h_{m+1}} \lambda(z) dz.$$

Тут ρ – функція розподілу температури по товщині пакету шарів, що задається і задовольняє умовам контакту між шарами; λ^* – усереднена теплопровідність; T_0, T_1 – невідомі функції, що характеризують температуру на рівні поверхні приведення. Для їх визначення використовуються два алгебраїчні рівняння:

$$T_0 + b(h_1)T_1 = T(h_1); \quad \text{та} \quad T_0 + b(h_{m+1})T_1 = T(h_{m+1}), \quad (2)$$

сенси яких – задоволення умовам на лицьових поверхнях. У разі конвективного теплообміну з довкіллям, граничні умови запишуться таким чином:

$$-\lambda_z T_{,z} + a^-(T - \theta^-) = 0; \quad \text{коли } z = h_1, \quad (3)$$

$$\lambda_z T_{,z} + a^+(T - \theta^+) = 0; \quad \text{коли } z = h_{m+1};$$

де a^- , a^+ – коефіцієнти тепловіддачі на внутрішній і зовнішній поверхнях оболонки відповідно.

Тоді коефіцієнти рівнянь (2) визначаються виразами

$$b(h_1) = \rho(h_1) - \lambda^*/a^-; \quad T(h_1) = \theta^-; \quad (4)$$

$$b(h_{m+1}) = \rho(h_{m+1}) - \lambda^*/a^+; \quad T(h_{m+1}) = \theta^+;$$

отриманими із підстановки (1) в рівняння (3).

У разі граничних умов першого роду, якщо задана температура зовнішніх поверхонь оболонки $T(h_1) = T^-$ і $T(h_{m+1}) = T^+$, коефіцієнти визначаються безпосередньо із гіпотези (1)

$$b(h_1) = \rho(h_1); \quad T(h_1) = T^-; \quad (5)$$

$$b(h_{m+1}) = \rho(h_{m+1}); \quad T(h_{m+1}) = T^+.$$

за припущенням про кусково-лінійний закон розподілу за товщиною.

Для зведення тривимірних рівнянь теорії пружності

$$\begin{aligned} (A_2\sigma_{11})_{,1} - \sigma_{22}A_{2,1} + \sigma_{12}A_{1,2} + (A_1\sigma_{12})_{,2} + A_1^{-1}(A_1^2A_2\sigma_{13})_{,3} &= 0; \\ (A_1\sigma_{12})_{,2} - \sigma_{11}A_{1,2} + \sigma_{12}A_{2,1} + (A_2\sigma_{12})_{,1} + A_2^{-1}(A_2^2A_1\sigma_{23})_{,3} &= 0; \\ (A_1A_2\sigma_{33})_{,3} - A_1A_2(\sigma_{11}k_1 + \sigma_{22}k_2) + (A_2\sigma_{13})_{,1} + (A_1\sigma_{23})_{,2} &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

до двовимірних прийнято уточнений варіант кінцево-зсувної теорії [2], заснований на єдиних статичних

$$\sigma_{i3}(T) = G_{i3}(T)f_{i,3}(T)\varphi_i(x_1, x_2); \quad \sigma_{33} = 0; \quad i = 1, 2, \quad (7)$$

і кінематичній $w = u_3(x_1, x_2)$ гіпотезах для усього багат шарового пакету в цілому. Узагальненням прийнятої теорії є врахування залежності функцій розподілу поперечних дотичних напружень від температури. Тут ϕ_i – функції зсуву, що треба знайти, $f_{i,3}$ – функції, що задають нелінійний (кубічний) розподіл поперечних дотичних напружень по товщині пакету шарів. На їх визначенні і зупинимось.

З перших двох рівнянь системи (6), використовуючи співвідношення:

$$\sigma_{ii}^k = B_{ii}^k(k_1w + z\chi_{ii}) + B_{ij}^k(k_2w + z\chi_{jj}); \quad \sigma_{ij}^k = 2G_{ij}^kz\chi_{ij}; \quad (8)$$

$$B_{ii}^k = E_{ii}^k / (1 - \nu_{ij}^k \nu_{ji}^k); \quad B_{ij}^k = \nu_{ji}^k B_{ii}^k; \quad i, j = 1, 2; \quad i \neq j,$$

і припущення, прийняті в теорії пологих оболонок про те, що $|f_{ij}| \gg |f|$ і тим більше $|w_{,ij}| \gg |k_i w|$, отримуємо для k-го шару:

$$\sigma_{i3,3}^k = -(A_1A_2)^{-1}z\{[B_{ii}^kA_j(\chi_{ii} + \nu_{ij}^k\chi_{jj})]_{,i} + \sigma^*\}. \quad (9)$$

$$\text{де } \sigma^* = -A_{j,i}B_{ii}^k(\chi_{jj} + \nu_{ij}^k\chi_{ii}) + 2G_{12}^k[A_{i,j}\chi_{ij} + (A_i\chi_{ij})_{,j}]. \quad (10)$$

Оскільки параметри B_{ii} залежать від температури, а отже, і від координат, вираз (9) набуває виду:

$$\begin{aligned} \sigma_{i3,3}^k &= -(A_1A_2)^{-1}z\{[B_{ii,i}^kA_j(\chi_{ii} + \nu_{ij}^k\chi_{jj})] \\ &+ [B_{ii}^kA_j(\chi_{ii} + \nu_{ij}^k\chi_{jj})]_{,i} + \sigma^*\}. \end{aligned} \quad (11)$$

Враховуючи ортотропію матеріалу шарів $B_{ij}^k = \nu_{ji}^k B_{ii}^k$ і замінюючи χ_{11} і χ_{22} їх середнім значенням $\chi_{cp} = (\chi_{11} + \chi_{22})/2$, отримаємо:

$$\sigma_{i3,3}^k = -\frac{1}{2}(A_1 A_2)^{-1} z \{ B_{ii} A_j (\chi_{ii} + \chi_{jj})_{,i} [1 + \nu_{ij} + 2G_{12} B_{ii}^{-1}] + B_{ii,i} A_j (\chi_{ii} + \chi_{jj}) (1 + \nu_{ij}) + \sigma^{**}, \quad (12)$$

$$\text{де } \sigma^{**} = A_{j,i} (\chi_{ii} + \chi_{jj}) \{ (B_{ii} - B_{jj}) (1 + \nu_{ij} + 2G_{12} B_{ii}^{-1}) \}. \quad (13)$$

Для ізотропного матеріалу, коли $B_{ii} = B_{jj}$, а також при незначній ортотропії будемо вважати, що напруження (13) досить мале, тому ним можна знехтувати, як це робилося у [2]. Тоді вираз (12) перепишемо у вигляді:

$$\sigma_{i3,3}^k = -\frac{z}{2} A_i^{-1} \{ (1 + \nu_{ij}) [(B_{ii} + 2G_{12}) (\chi_{ii} + \chi_{jj})_{,i} + B_{ii,i} (\chi_{ii} + \chi_{jj})] \} \quad (14)$$

Інтегруючи ці співвідношення по z , отримаємо:

$$\sigma_{i3} = -A_i^{-1} \{ (\chi_{ii} + \chi_{jj})_{,i} \int_{h_1}^z A_{ii}(z) z dz - (\chi_{ii} + \chi_{jj}) \int_{h_1}^z A_{ii}^*(z) z dz \}, \quad (15)$$

$$\text{де } A_{ii} = \frac{1}{2} B_{ii} (1 + \nu_{ij}) + G_{12}; \quad A_{ii}^* = \frac{1}{2} B_{ii,i} (1 + \nu_{ij}).$$

Далі, як це робилося в [2], функції f_i розподілу поперечних дотичних напружень запишемо у виді:

$$f_i(z) = \int_0^z G_{i3}^{-1}(z) \left[\int_{h_1}^z A_{ii}(z) (\delta_i - z) dz \right] dz + f_i^*, \quad (16)$$

де

$$f_i^*(z) = K_i \int_0^z G_{i3}^{-1}(z) \left[\int_{h_1}^z A_{ii}^*(z) (\delta_i^* - z) dz \right] dz; \quad K_i(x_1, x_2) = \chi_{ii} A_{ii}^{-1} \varphi_i$$

Сталі коефіцієнти δ_i і δ_i^* знаходимо із умови рівності нулю поперечних дотичних напружень на поверхні оболонки $z = h_{m+1}$ за формулами:

$$\delta_i = \int_{h_1}^{h_{m+1}} A_{ii}(z) z dz / \int_{h_1}^{h_{m+1}} A_{ii}(z) dz;$$

$$\delta_i^* = \int_{h_1}^{h_{m+1}} A_{ii}^*(z) z dz / \int_{h_1}^{h_{m+1}} A_{ii}^*(z) dz.$$

Інтегруючи ці співвідношення по z , отримаємо:

$$f_i = (F_{ik}^{(3)} + \tilde{F}_{ik}^{(3)})z^3 + (F_{ik}^{(2)} + \tilde{F}_{ik}^{(2)})z^2 + (F_{ik}^{(1)} + \tilde{F}_{ik}^{(1)})z + (F_{ik}^{(0)} + \tilde{F}_{ik}^{(0)}).$$

Коефіцієнти поліному третього ступеня залежать від номера шару k

$$F_{ik}^{(3)} = A_{ii}^k / (6G_{i3}^k); \quad F_{ik}^{(2)} = -\delta_i A_{ii}^k / (2G_{i3}^k);$$

$$F_{ik}^{(1)} = -A_{ii}^k / G_{i3}^k (h_k^2 / 2 - \delta_i h_k) + \sum_i^{(2)k} - \delta_i \sum_i^{(1)k};$$

$$F_{ik}^{(0)} = -F_{ik}^{(3)} h_k^3 - F_{ik}^{(2)} h_k^2 - F_{ik}^{(1)} h_k + \sum_i^{(3)k} - F_{is}^{(3)} h_s^3 - F_{is}^{(2)} h_s^2 - F_{is}^{(1)} h_s + \sum_i^{(3)s},$$

де $\sum_i^{(n)k} = \sum_{i=1}^{k+1} A_{ii}^{i-1} (h_{i+1}^n - h_i^n) / n, \quad n=1, 2;$

$$\sum_i^{(3)k} = \sum_{i=1}^{h=1} [F_{ij}^{(3)} (h_{j+1}^3 - h_j^3) - F_{ij}^{(2)} (h_{j+1}^2 - h_j^2) - F_{ij}^{(1)} (h_{j+1} - h_j)],$$

s – номер шару, в якому знаходиться координатна поверхня $z=0$.

Коефіцієнти $\tilde{F}_{ik}^{(n)}$ мають такий же вигляд, як $F_{ik}^{(n)}$, але замість A і δ слід підставляти A^* і δ^* , а також помножувати всі коефіцієнти на K_i .

Таким чином, модель, яка була побудована в [2], буде точнішою за рахунок нового розподілу поперечних дотичних напружень.

References

1. Elpatievsky A.N., Vasiliev V.V. Strength of cylindrical shells made of reinforced materials. - М.: Машиностроение, 1972. - 168 с.
2. Rasskazov A.O., Sokolovskaya I.I., Shulga N.A. Theory and calculation of layered orthotropic plates and shells. Kiev: Higher school. 1986. - 191 p.
3. Bondarsky O.G., Babkov O.V., Kosenko V.I. Methods for numerical solution of boundary value problems of statics of multilayer structure systems. // Interuniversity collection "Scientific notes". - Issue №33. - 2011. - P. 50–52.
4. Rasskazov O.O., Bondarsky O.G. Investigation of the influence of elastic characteristics of the layer material on the parameters of the thermoelastic state of the composite shell. // Bulletin of the National Transport University. K., - 2003. - Issue 8. - P. 423-428.

Список використаних джерел

1. Елпатьевский А.Н., Васильев В.В. Прочность цилиндрических оболочек из армированных материалов. – М.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
2. Рассказов А.О., Соколовская И.И., Шульга Н.А. Теория и расчет слоистых ортотропных пластин и оболочек. Киев: Высшая школа. 1986. – 191 с.
3. Бондарський О.Г., Бабков О.В., Косенко В.І. Методика чисельного розв'язання крайових задач статки систем багат шарової структури. // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". – Випуск №33. – 2011. – С. 50–52.
4. Рассказов О.О., Бондарський О.Г. Дослідження впливу пружних характеристик матеріалу шарів на параметри термопружного стану складеної оболонки. // Вісник національного транспортного університету. К., – 2003. – Випуск 8. – С. 423-428.

УДК 528:711.4 [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6\(16\)-04](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6(16)-04)

3D ФОТОГРАММЕТРІЯ В АРХІТЕКТУРІ, МІСТОБУДУВАННІ ТА ЗБЕРЕЖЕННІ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

3D PHOTOGRAMMETRY IN ARCHITECTURE, URBAN PLANNING AND PRESERVATION OF CULTURAL HERITAGE

**Волошин В.У., к.т.н., доц., Мельник О.В., к.т.н., доц.,
Вакулюк Л.А., ст.викл., Рудик О.В., ст.викл. (Волинський
національний університет імені Лесі Українки)**

**Voloshyn V.U., PhD in Engineering, associate professor, Melnyk O.V.,
PhD in Engineering, associate professor, Vakuliuk L.A., Senior Lecturer,
Rudyk O.V., Senior Lecturer (Lesya Ukrainka Volyn National University)**

Наземна фотограмметрія є доступним методом цифрового тривимірного моделювання в архітектурі, містобудуванні археології, тощо і може бути виконана за допомогою недорогого споживчого обладнання. У всьому світі існує багато недокументованих будівель, зокрема в країнах, що розвиваються, які могли б отримати користь від 3D-моделювання для поновлення документації, перепроєктування або реставрації. В статті описано методику тривимірної реконструкції на прикладі пам'ятника погруддя Лесі Українки в м. Луцьку.

Ground-based photogrammetry is an affordable method of digital three-dimensional modeling and can be performed using inexpensive consumer equipment. There are many undocumented buildings around the world, particularly in developing countries, that could benefit from 3D modeling for documentation, redesign, or restoration. Areas with buildings that could be destroyed by a natural disaster or war are especially beneficial.

Compared to laser scanning, terrestrial photogrammetry is cheaper and more portable. At a minimum it requires a consumer-grade digital camera, a computer and some free software. This is widely attainable, even with low-cost equipment. Results may be strengthened by higher quality camera, proprietary software and possibly the addition of control points, which would require a total station. Though more expensive, this still costs less than laser scanning, and would certainly expand the global availability of digital building modelling if adequate.

The process of obtaining a three-dimensional model using photogrammetry can be divided into the following stages: data collection; pre-treatment; image orientation; measurement and analysis.

The application of technology and methods of processing the obtained digital images was performed in Agisoft Metashape 1.76 software on the example of the

monument by sculptor Galina Kalchenko - bust of Lesya Ukrainka, installed in front of building "B" of Lesya Ukrainka Volyn National University on Vynnychenko Street, 30 which was established in 1986 in honor of the 115th anniversary of the writer's birth.

Based on the three-dimensional triangulation frame model and stereo image pairs, a realistic textural model of the object is formed at the final stage. Despite the fact that modern methods of photogrammetry allow to solve most problems, including the use of widespread budget cameras, its implementation in real production remains scanty.

The results of photogrammetric three-dimensional reconstruction of objects can serve as a basis for further processing in CAD and BIM, significantly saving time for previous research.

Ключові слова: фотограмметрія коротких відстаней, цифрова камера, контрольні точки, тривимірна реконструкція, тривимірна модель

Keywords: short-distance photogrammetry, digital camera, control points, three-dimensional reconstruction, three-dimensional model

Вступ. Розвиток цифрових технологій та їх використання у різних сферах розвитку суспільства змінив підходи до багатьох галузей науки та освіти, зокрема, і до сфер будівництва, архітектури, які почали набувати нові функції та властивості, що дозволило перейти на якісно новий рівень опису, зберігання та обробки матеріалів дослідження. Впровадження сучасних геодезичних методів вимірювання просторового положення разом із цифровою фотозйомкою значно покращило практику прикладних досліджень. Методи 3D фотограмметрії дозволяють здійснювати збір даних прикладних досліджень більш оперативно та повно.

Тривимірна фіксація об'єктів має низку переваг перед традиційними методами документування, оскільки дає можливість створювати моделі, що повністю зберігають просторові характеристики досліджуваних об'єктів. Тривимірна модель дозволяє досліднику детально вивчати об'єкт з усіх кутів і ракурсів, навіть якщо він ніколи не бачив його на власні очі. Крім того, сучасне прикладне програмне забезпечення, що оперує тривимірними цифровими моделями об'єктів, дозволяє проводити просторовий та статистичний аналіз об'єкту дослідження.

Розвиток фотограмметрії в значній мірі визначається прогресом обладнання, обчислювальної техніки і суміжних геоінформаційних технологій. Особливості і проблеми, які виникають при використанні цифрової техніки з метою фотограмметричної зйомки, є актуальним питанням на сучасному етапі розвитку наземної фотограмметрії, яка безперечно стає цифровою.

Аналіз останніх досліджень. Багато авторів досліджували різні методи недорогого 3D-документування культурної спадщини на основі зображень [1,2]. В роботі [3] було протестовано недорогий підхід до реконструкції археологічних об'єктів за допомогою Agisoft Photoscan. Було отримано високоточні результати, хоча наголошувалося, що технічні знання та навички важливі. В дослідженні [4] оцінили практичні можливості та переваги недорогого моделювання на основі зображень для збереження спадщини в Непалі після руйнівного землетрусу 2015 року. Автори [4] дійшли висновку, що це має велике значення, враховуючи значну кількість об'єктів культурної спадщини, які перебувають у небезпеці по всьому світу, документування яких неможливо вирішити без БПЛА або засобів наземної фотограмметрії. Є також численні дослідження щодо моделювання на основі зображень для складних сучасних будівель. Наземну фотограмметрію порівнювали з лазерним скануванням для точного моделювання архітектурних об'єктів автори роботи [5]. Попри велику кількість проведених досліджень, актуальність і новизна застосування методів фотограмметрії в різноманітних галузях залишається на високому рівні.

Постановка завдання. Сучасне інформаційно-комп'ютерне моделювання та проектування для вирішення питань досліджень різних об'єктів, від об'єктів археології до об'єктів культурної спадщини, від окремих фрагментів фасадів будівель до комплексної тривимірної реконструкції будівель у містобудуванні та архітектурі, потребує оперативного одержання високоточних даних про поверхню об'єкту дослідження.

Для тривимірної фіксації об'єктів застосовуються дві різні технології – лазерне сканування та наземна фотограмметрія. В порівнянні з наземною фотограмметрією лазерне сканування забезпечує кращу точність, проте вимагає застосування високоартісного обладнання та спеціального програмного забезпечення. Крім того, застосування лазерних сканерів у польових умовах потребує спеціальних навичок та знань. 3D фотограмметрія дозволяє отримати додатні для подальшого використання тривимірні моделі лише за допомогою цифрової камери та ПК зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

Метою даної роботи є апробація методики 3D фотограмметрії для побудови тривимірних моделей об'єктів на конкретному матеріалі.

Виклад основного матеріалу. Фотограмметрія вивчає явища, форми й положення різних предметів у просторі, об'єкти та їх розміри шляхом вимірювань їх фотографічних зображень [6]. Предметом фотограмметрії є вивчення властивостей фотозображення, методів його отримання і вимірювання, розробка приладів для вимірювання і перетворення фотозображень.

Найбільш широке застосування фотограмметрія має в геодезії і топографії при картографуванні земної поверхні, а також у космічних дослідженнях. В архітектурі фотограмметрія застосовується з метою визначення форми, розмірів, просторового положення і якісних характеристик різних архітектурних об'єктів для вивчення і реставрації будівель, особливо тих, які мають історичне значення. Об'єкти досліджуються щонайменше за двома знімками об'єкту з різних точок простору (стереопари) безконтактним визначення координат точок об'єкта і на основі відтворення моделі об'єкта. Використання комп'ютера та програмних засобів для ефективною обробки фотограмметричних матеріалів є їх важливою властивістю.

Розвиток обчислювальної техніки надав потужний імпульс розвитку методів фотограмметрії і зробив можливим автоматизовану обробку зображень за допомогою персонального комп'ютера, що збільшило її доступність та суттєво розширило межі технології.

На даний момент поєднання цифрової фотозйомки та спеціалізованого програмного забезпечення дозволяє створювати деталізовані тривимірні моделі як окремих об'єктів (залишків споруд, поховань тощо), і цілих ділянок місцевості [7]. Таким чином, незважаючи на те, що сам термін «фотограмметрія» має досить широке значення, ми розумітимемо під ним метод побудови тривимірних моделей об'єктів за допомогою комп'ютерної обробки цифрових знімків.

Процес отримання тривимірної моделі за допомогою фотограмметрії можна розділити на наступні етапи (рис. 1):

- Збір даних;
- Попередня обробка;
- Орієнтування знімків;
- Вимірювання та аналіз.

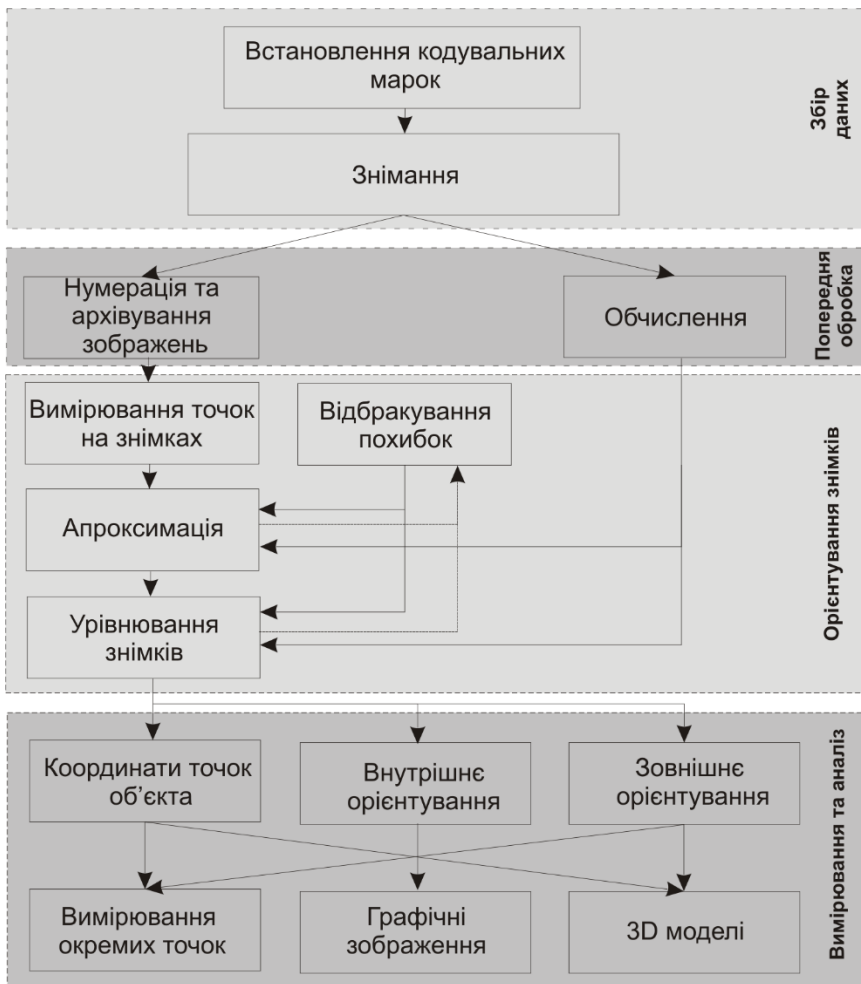


Рис. 1. Процедура отримання та аналізу зображень

На попередньому етапі здійснюється вибір спеціальних (контрольних) марок за допомогою яких визначається зовнішня система координат та визначається взаємне положення точок об'єкта на зображеннях.

Такі марки наносяться (приклеюються) на об'єкт зйомки в місця, де необхідно виконати вимірювання координат. При цьому марки повинно бути видно як мінімум з двох точок зйомки. Після нанесення мішеней та маркерів, що визначають контрольні точки, проводиться зйомка об'єкта з

різних сторін та під різними кутами. Приклад контрольних марок наведено на рис. 2.



Рис. 2 Кодувальні марки

На етапі зйомки здійснюється кілька серій фотографій, що ніби «обплітають» об'єкт і покривають його поверхню з усіх ракурсів (рис. 1). Кожна наступна фотографія серії повинна перетинатись (накладатись) з попередньою як мінімум на 30%, що дозволить програмному забезпеченню об'єднати знімки. Оскільки при розрахунку геометрії цифрової моделі використовується метод триангуляції, тому кожна точка об'єкта повинна бути як мінімум на трьох фото. Чим більше таких точок буде знайдено, тим точніше буде цифрова модель.

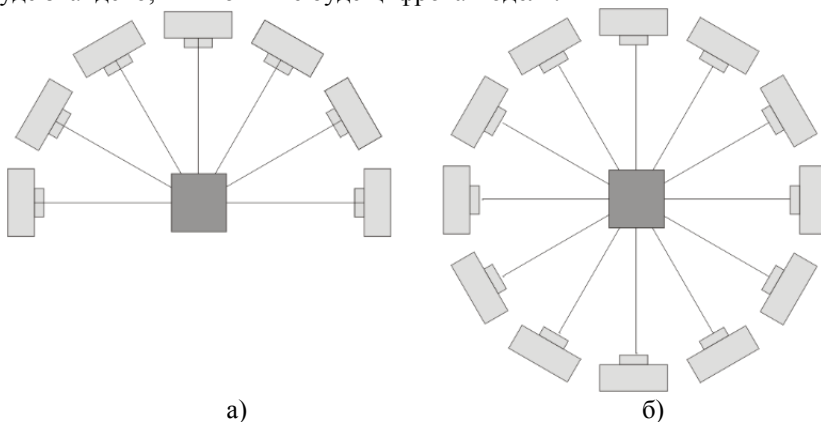


Рис.3. Положення цифрової камери під час зйомки об'єкта:

а – вид збоку; б – вид зверху.

Після зйомки достатньої кількості серій загального плану, які дозволяють захопити геометрію об'єкта, необхідно додатково крупним планом зняти всі значущі деталі, щоб вони правильно відобразилися на готовій моделі. Для отримання найкращих результатів об'єкт має бути освітлений рівномірно, без жорстких тіней чи відблисків. При польових зйомках найкращий результат можна отримати під час зйомок у похмуру погоду, оскільки саме при таких умовах освітлення дозволяє досягти бажаної відсутності тіней і відблисків.

Отримані знімки завантажуються в спеціальне програмне забезпечення для виконання орієнтування та обробки зображень. При цьому здійснюється ідентифікація та вимірювання координат контрольних марок, ідентифікація та вимірювання зв'язуючих точок об'єкта; обчислення початкових значень невідомих величин внутрішнього, зовнішнього та взаємного орієнтування а також координати точок об'єкта та їх апроксимація; урівнювання невідомих величин внутрішнього, зовнішнього та взаємного орієнтування; визначення та видалення великих похибок, що виникають при вимірюванні точок зображення.

На основі отриманої хмари точок об'єкта здійснюється побудова каркасної та текстурованої моделей для подальшої цифрової обробки та аналізу.

Результати дослідження. Застосування технології та методики обробки отриманих цифрових знімків здійснено в програмному забезпеченні в Agisoft Metashape 1.76 на прикладі фотознімання пам'ятника роботи скульптора Галини Кальченко – погруддя Лесі Українки, що встановлено перед корпусом «В» Волинського національного університету ім. Лесі Українки на вул. Винниченка, 30 в Луцьку у 1986 році на честь 115-ї річниці від дня народження письменниці.

Знімання об'єкту було здійснено камерою смартфонів Samsung Galaxy S9 (SM-G960F) з наступними параметрами: роздільна здатність 12 МРіх; розмір сенсора 1/2.55"; розмір пікселя 1.4 μm ; поле огляду 77°; подвійна діафрагма 1.5/2.4. Для даної камери було здійснено калібрування в програмному забезпеченні Agisoft Metashape 1.76. В результаті отримано наступні параметри камери (табл. 1), графіки дисторсії (рис. 3) та похибок (рис. 4).

Таблиця 1

Параметри камери смартфона Samsung Galaxy S9 (SM-G960F)

Фокальна відстань, пікселів:	31592,3912
Координати головної точки зображення:	-21,0176; -12,622
Коефіцієнт радіальної дисторсії:	0,0144127
Коефіцієнти тангенціальної дисторсії:	-0,0010052;0,000845348

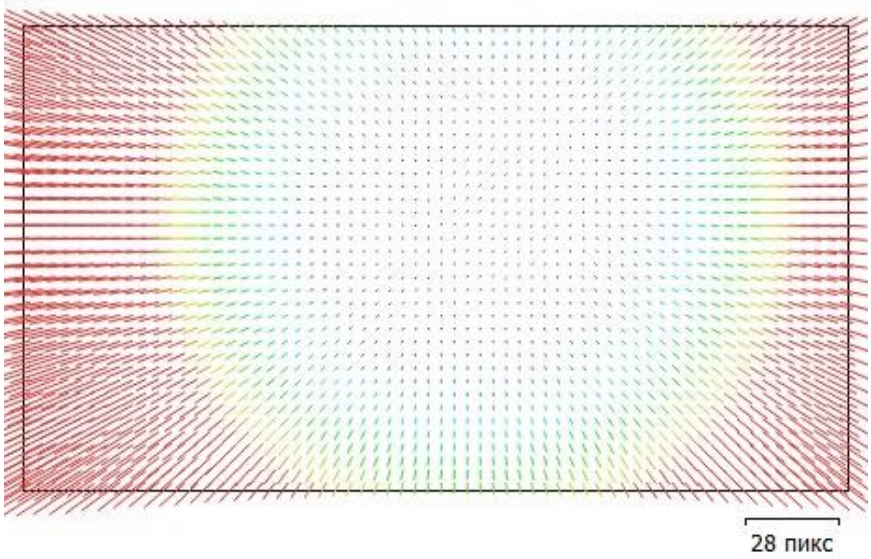


Рис. 3. Графік дисторсії зображення камери

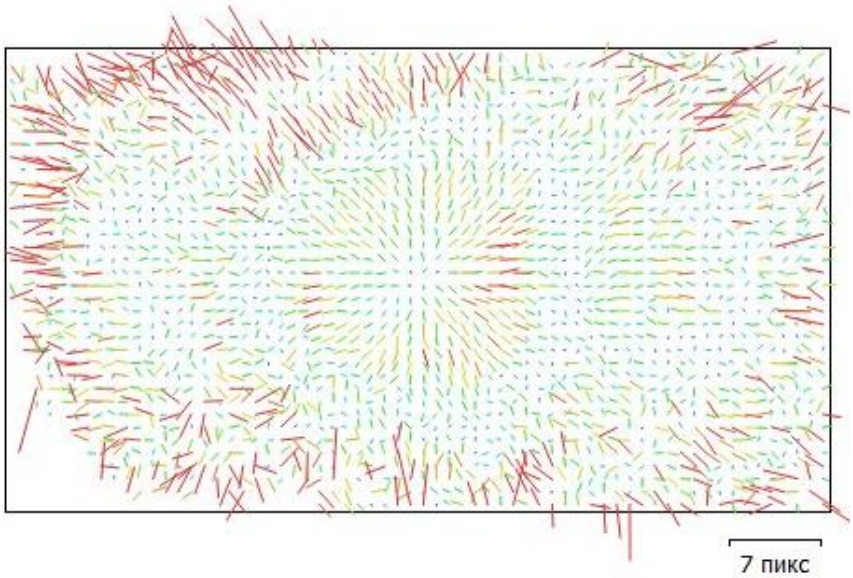


Рис. 4. Графік похибок зображення камери

В результаті знімання отримано 77 зображень об'єкта. Приклади окремих зображень наведено на рис. 5.



Рис 5. Окремі зображення погруддя Лесі Українки

В результаті застосування операторів виділення точок інтересу для кожного знімку формується неструктурований список точок зображення (їх координати та значення показника інтересу) в програмному забезпеченні Agisoft Metashape. Подальший аналіз цих точок дозволяє виділити однорідні властивості об'єкта та видалити невідповідні елементи зображень.

Співставлення точок на основі двох областей зображення може здійснюватись у наступних випадках:

- одночасне співставлення точки на декількох зображеннях;
- одночасне співставлення множини точок на множині зображень;
- долучення до розгляду геометричних умов в просторі зображень та просторі об'єкту;
- включення до розгляду цілісності моделі об'єкта.

Достовірність визначеності окремих точок об'єкту представлена на рис. 6

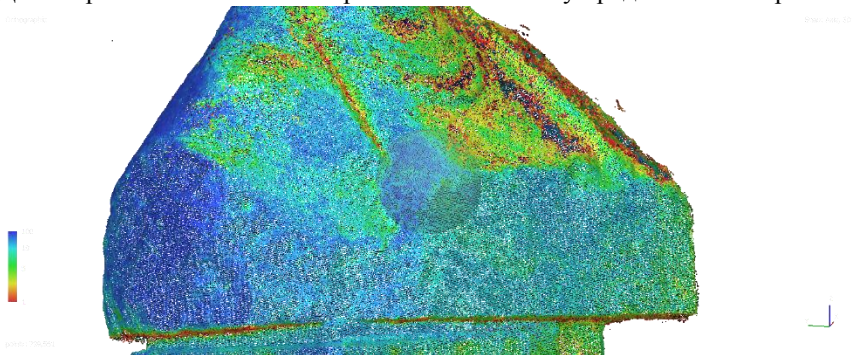


Рис.6 Фрагмент визначення достовірності точок

Наступним етапом обробки є побудова каркасної моделі об'єкта на основі щільної хмари точок, що отримані фотограмметричним методом на основі множини стереопар знімків. При побудові каркасної моделі на границі об'єкту можуть спостерігатись «артефакти» неіснуючих об'єктів, які необхідно в напівавтоматичному режимі вилучити.

На основі щільної хмари точок будується тривимірна триангуляційна модель, що складається із множини полігонів (трикутників). Фрагмент полігонів представлено на рис. 7.

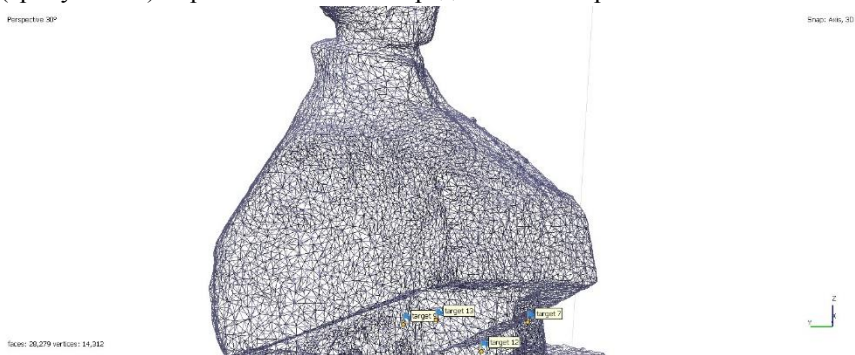


Рис. 7. Фрагмент триангуляційної моделі об'єкту

На основі тривимірної триангуляційної каркасної моделі та стереопар зображення на завершальному етапі формується реалістична текстурна модель об'єкту, що представлена на рис. 7.



Рис. 7. Текстурна модель поруддя Лесі Українки

Подальший аналіз тривимірної моделі можна здійснювати якісно і кількісно. Для якісної оцінки можливо згенерувати цифрові зображення моделі у просторі під різними кутами або тривимірні зображення у різноманітних форматах вузькоспеціалізованого програмного забезпечення. Для кількісної оцінки каркасну модель об'єкту можливо експортувати в САПР та ГІС з подальшим статистичним та просторовим аналізом моделі.

Висновки. Підсумовуючи короткий виклад проблеми розвитку та впровадження фотограмметрії в архітектурі, містобудуванні та збереженні культурної спадщини зазначимо, що необхідним процесом є збір даних дистанційними методами та фотограмметрична обробка знімків. Незважаючи на те, що сучасні методи фотограмметрії дозволяють вирішувати більшість завдань, в тому числі із застосуванням широко розповсюджених бюджетних камер, її впровадження в реальне виробництво залишається мізерним.

Результати фотограмметричної тривимірної реконструкції об'єктів можуть слугувати основою для подальшої обробки в САПР та ВІМ, значно заощадивши час на попередні дослідження.

References

1. Boochs, F. Lowcost image based system for nontechnical experts in cultural heritage documentation and analysis./ F. Boochs, G. Heinz, U. Huxhagen, H. Müller, // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2007 pp. 165–170
2. Remondino, F. Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites— techniques, problems, and examples. / F. Remondino, A. Rizzi, // Applied Geomatics, 2(3), 2010, pp.85–100.
3. Reu, J.D. Towards a three-dimensional costeffective registration of the archaeological heritage. / J.D. Reu, G. Plets, G. Verhoeven, P.D. Smedt, M. Bats, B. Cherretté, W.D. Maeyer, J. Deconynck, D. Herremans, P. Laloo// Journal of Archaeological Science, 40(2), 2013, pp.1108–1121.
4. Dhonju, H. K. Feasibility Study of Low-cost Image-Based Heritage Documentation in Nepal/ H. K. Dhonju, W. Xiao, V. Sarhosis, J. P. Mills, S. Wilkinson, Z. Wang, L. Thapa, U. S. Panday, // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., vol. XLII-2/W3, 2017, pp. 237- 242.
5. Gonizzi Barsanti, S., Remondino, F. and Visintini, D. 3D Surveying and Modelling of Archaeological Sites /S. Gonizzi Barsanti, F. Remondino, D. Visintini // ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf.Sci., II-5/W1, 2013, pp. 145-150
6. Dorozhynskiy O.L. Analitychna ta tsyfrova fotohrammetriia: navch. posib. dlia stud. vuziv. Lviv: vydavnytstvo NU Lvivska politekhnika, 2002. 164 s.

7. Гнера В.А. Zastosuvannia aerofotohrammetrychnykh metodiv dystantsiinoho zonduvannia zemnoi poverkhni v arkeolohii. 2012. K. Pratsi Tsentru pamiatkoznavsta, vyp. 21. S. 76-91.

8. Synhatulyn R.A. Fotohrammetrycheskye tekhnolohyy v arkeolohyy (kratkyi ystorycheskyi ocherk) // Ystorycheskye, fylosofskye, polytycheskye y yurydycheskye nauky, kulturolohyia y yskusstvovedenye. Voprosy teoryy y praktyky. Tambov : Hramota, 2013. #3. С. 148–152.

Список використаної літератури

1. Boochs, F. Lowcost image based system for nontechnical experts in cultural heritage documentation and analysis./ F. Boochs, G. Heinz, U. Huxhagen, H. Müller, // International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2007 pp. 165–170

2. Remondino, F. Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites— techniques, problems, and examples. / F. Remondino, A. Rizzi, // Applied Geomatics, 2(3), 2010, pp.85–100.

3. Reu, J.D. Towards a three-dimensional costeffective registration of the archaeological heritage. / J.D. Reu, G. Plets, G. Verhoeven, P.D. Smedt, M. Bats, B. Cherretté, W.D. Maeyer, J. Deconynck, D. Herremans, P. Laloo// Journal of Archaeological Science, 40(2), 2013, pp.1108–1121.

4. Dhonju, H. K. Feasibility Study of Low-cost Image-Based Heritage Documentation in Nepal/ H. K. Dhonju, W. Xiao, V. Sarhosis, J. P. Mills, S. Wilkinson, Z. Wang, L. Thapa, U. S. Panday, // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., vol. XLII-2/W3, 2017, pp. 237- 242.

5. Gonizzi Barsanti, S., Remondino, F. and Visintini, D. 3D Surveying and Modelling of Archaeological Sites /S. Gonizzi Barsanti, F. Remondino, D. Visintini // ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf.Sci., II-5/W1, 2013, pp. 145-150

6. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія: навч. посіб. для студ. вузів. Львів: видавництво НУ Львівська політехніка, 2002.164 с.

7. Гнера В.А. Застосування аерофотограмметричних методів дистанційного зондування земної поверхні в археології. 2012. К. Праці Центру пам'яткознавста, вип. 21. С. 76-91.

8. Сингатулин Р.А. Фотограмметрические технологии в археологии (краткий исторический очерк) // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. Тамбов : Грамота, 2013. №3. С. 148–152.

**УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ
НА РІВНІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД**

**MANAGEMENT OF SOLID HOUSEHOLD WASTE FLOWS AT
THE LEVEL OF TERRITORIAL COMMUNITIES**

Дзюбинська О.В., к.е.н., ст. викладач, Дзюбинський А.В., к.е.н., доцент, Смаль М.В., к.т.н., доцент (Луцький національний технічний університет)

Dziubynska O.V., Ph.D., Senior Lecturer, Dziubynski A.V., Ph.D., Associate Professor, Smal M.V., Ph.D., Associate Professor (Lutsk National Technical University)

Розглянуто проблему поводження з твердими побутовими відходами в територіальних громадах Волинської області. Проаналізовано стан охоплення населення роздільним збором ТПВ: спостерігається дефіцит об'єктів інфраструктури поводження з побутовими відходами; вивезенням сміття охоплено лише половину населення; об'єктами роздільного збирання відходів переважно є скло і пластик, а побутові відходи, в основному, захороняються на полігонах та звалищах. Особливо гостро проблема роздільного збору сміття постає в сільській місцевості, в зв'язку з чим запропоновано структуру логістичного ланцюга переробки відходів.

In the article is considered the problem of solid waste management in the territorial communities of Volyn region. The state of coverage of the population by separate collection of solid waste is analyzed: deficit of infrastructure facilities of household waste management is observed; only half of the population is covered by garbage removal; separate waste collection facilities are mainly glass and plastic, and household waste is mainly disposed of in landfills and dumps. The problem of separate waste collection is especially acute in rural areas, which is why the structure of the logistics chain of waste recycling is proposed.

In Ukraine, the predominant method of solid waste management is their storage at landfills. Land allocated for landfills already covers an area of more than 9 thousand hectares, and the need for new landfills is constantly growing. This indicates that the regions are losing the resource potential of household waste that is recyclable, whereas the processing enterprises of the industry lack raw materials.

The lack of a holistic system behavior with solid waste in the context of individual areas cannot be compensated by single attempts to organize the optimal collection and removal of garbage. Capital investments in certain parts of the chain logistics servicing of the solid waste flow will not improve the situation on a large scale. For example, some communities have the opportunity to invest in the purchase of specialized vehicles, but, at the same time, do not see the prospect of introducing a holistic model of garbage behavior. First of all, this is relevant for the united territorial communities, where there

are no own options for waste disposal. That is, the issues of planning activities for garbage collection, transportation and processing should be comprehensive, and their decisions should be based on institutional capacity.

It is obvious that the creation of waste processing facilities in each community does not make economic sense, because, as practice shows, economic efficiency is not achieved immediately. Therefore, it is advisable to use the principle of clustering, so that the service area of the sorting line covers several settlements. The excretion of clusters and creation in each cluster the logistics systems servicing of waste collection and utilization will allow to optimize logistics flows.

The main role in the waste logistics development should be played the logistics infrastructure. Thanks to it, it is possible to prevent waste suitable for recycling and recovery from entering landfills and dumps. The effectiveness of its operation will be determined by the level of coverage of the population by the system of waste collection and separate collection in particular. One of the primary priorities of the logistics infrastructure development is the creation of collection points for secondary raw materials. The second priority is the organization infrastructure facilities network for treatment and recycling of household waste.

Ключові слова: побутові відходи, регіон, управління відходами, логістична мережа, кластери

Keywords: household waste, region, waste management, logistics network, clusters.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. В Україні переважаючим методом поводження з твердими побутовими відходами є їх складування на полігонах. Землі, які відведені під сміттєзвалища вже займають площу понад 9 тис. га, а потреби в нових місцях захоронення постійно зростають. Це свідчить про втрату регіонами ресурсного потенціалу побутових відходів, що придатні для рециклінгу, в той час, як переробним підприємствам галузі не вистачає сировини.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Відсутність цілісної системи поведінки з твердими побутовими відходами (ТПВ) в розрізі окремих територій не спроможна компенсуватися поодинокими спробами організувати оптимальний збір та вивезення сміття. Капітальні вкладення в окремі частини ланцюга логістичного обслуговування потоку ТПВ масштабно не поліпшать стану справ. Для прикладу, окремі громади мають можливість вкладати кошти в закупівлю спеціалізованого автотранспорту, але, разом з тим, не бачать перспективи запровадження цілісної моделі поведінки зі сміттям. Насамперед це актуально для ОТГ, де немає власних варіантів для утилізації відходів. Тобто питання планування діяльності по збору, транспортуванні та переробці сміття повинні носити комплексний характер, а їх вирішення ґрунтуватися на інституційних можливостях.

Питання управління побутовими відходами відображено в працях вітчизняних науковців: Р. Берлінг, О. Білопільської, Л. Бабаченко, В. Боронос, В. Голяна, К. Романова, І. Зварич [1], Р. Зварича, І. Коблянської, І. Колодійчук [2], В. Кравцова, Є. Мішеніна, О. Малей, Н. Павліхи [3], М. Самойлік, П. Турчик та зарубіжних дослідників: А. Hanemaaijer, К. Haynes, А. Behrens, N. Millar, M. Hekkert, A. Murray, V. Rizos, J. Potting, K. Skene, E. Worrell, N. Van Buren [4] та ін.

Мета статті – вирішення проблеми поводження з твердими побутовими відходами на регіональному рівні.

Виклад основного матеріалу. Якщо враховувати заходи національної стратегії поводження з побутовими відходами [5], то ними передбачено забезпечення до 2023 р. переробки не менше 15% побутових відходів, а до 2030 р. збільшення цього показника до 50 %. Отже, до 2023 р. в Україні не передбачено заходів щодо підтримки системи роздільного збору ТПВ, бо вилучення з них ресурсоцінних компонентів на рівні 15 % можливе за відсутності їх належного сортування. Тобто, наявна стратегія управління відходами не передбачає швидкого руху до моделі кругової економіки, тому необхідно більше уваги приділяти регіональним ініціативам, а особливо налагодженню потоків кругової логістики.

Очевидним є те, що створення переробних потужностей ТПВ у кожній територіальній громаді не є економічно вигідним, оскільки, економічна ефективність досягається не відразу. Тому, при формуванні потоків логістики відходів доцільно використати принцип кластеризації, а саме поширення зони обслуговування однієї сортувальної лінії на декілька населених пунктів. Таким чином, поділ території області на кластери та створення в кожному з них логістичних систем з обслуговування збору та переробки твердих побутових відходів дозволить оптимізувати транспортні потоки.

Схема поводження з побутовими відходами має складатися з фізичних і юридичних осіб, які безпосередньо задіяні у процесі поводження з ТПВ від часу їх появи до моменту переробки. Вона подана на рисунку 1. Вивчаючи варіанти руху сміття, ми припустили:

1. Більшість операцій, що належать до відповідальності виробника, необхідно передати на аутсорсинг, наприклад особам, що займаються соціальним підприємництвом.

2. Досягнути роздільного збору ТПВ не можливо на початкових етапах функціонування логістики відходів, через що виникатиме потреба в наявності сортувальних станцій на полігонах та сміттєзвалищах.

3. Певну частку переробки вторинних ресурсів мають взяти на себе особи, які займаються малим підприємництвом.

4. Сортувальні станції, поряд з основним призначенням, паралельно необхідно використовувати для збору ресурсоцінних відходів.

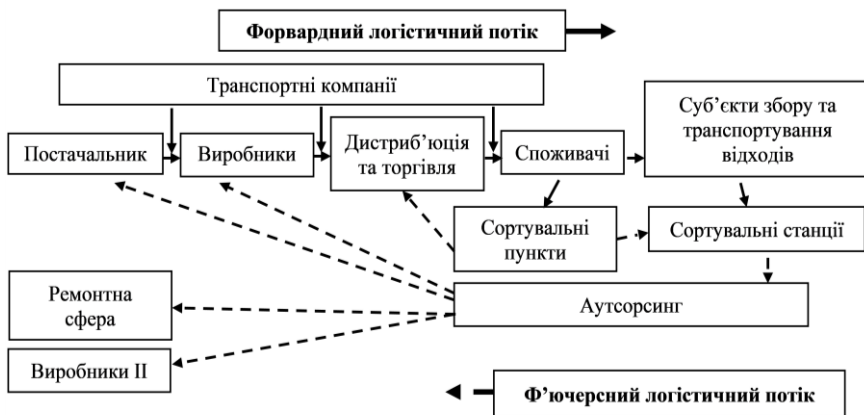


Рис. 1. Круговий логістичний ланцюг поводження з відходами [8]

Застосування відлагодженої схеми поводження з ТПВ є необхідною передумовою переходу до ефективного функціонування сфери переробки відходів. Однак, її відсутність або фрагментарність стають причиною виникнення значних перешкод для подальшого використання потенціалу вторинних ресурсів. Особливо актуальними ці моменти стають в час децентралізації, коли з'являються нові межі територій, що вимагає швидкого перегляду напрямів руху потенційних ресурсів. Формування ефективної логістики відходів гальмується ще й тим, що в невеликих населених пунктах ніколи не існувало повноцінної мережі, що обслуговувала б роздільний збір ТПВ.

Визначальну роль у функціонуванні логістики відходів має відіграти інфраструктура. Завдяки їй можна майже унеможливити потрапляння сміття, придатного для рециклінгу чи відновлення, на сміттєві полігони. Ефективність функціонування інфраструктури має визначатися часткою охоплення роздільним збором, що передбачає виділення ресурсоцінних елементів відходів (скло, папір, метал, полімерні відходи); біовідходів (рослинні та харчові); небезпечних елементів; специфічних відходів (ремонтних, великогабаритних, відходів електричного та електронного обладнання, батарей та акумуляторів, відпрацьованих батарейок). За цих умов, одним із головних пріоритетів існування інфраструктури логістики відходів має бути функціонування пунктів збору вторинних ресурсів. Іншою умовою є існування мережі об'єктів переробки та обробки побутових відходів.

У багатьох регіонах України, зокрема і Волині, спостерігається дефіцит об'єктів інфраструктури логістики ТПВ. В середньому по області

вивезенням сміття охоплено лише 52 % фізичних осіб [6]. Винятком є мешканці міст Луцьк та Ковель, де цей показник максимальний. Що стосується роздільного збору ТПВ, то воно зорганізоване лише у 88 населених пунктах (охоплення населення - 23 %) [7]. Найбільшим цей показник є у місті Нововолинськ (78 %), далі йдуть Луцьк з 59 % та смт. Маневичі - 54 %. Головними об'єктами роздільного збору сміття є пластик та скло. В області ТПВ, в переважній своїй більшості, захороняються на 478 сміттєзвалищах, з яких тільки 23 %, або 110 одиниць мають паспорти. Перевантажувальних станцій в регіоні немає, але функціонує 3 сортувальні лінії з річною продуктивністю 125 тис. т відходів: 2 – у місті Луцьк, третя розміщена в м. Ковель. В загальному, майже усе сортування ТПВ проходить вручну, де персонал тюкує ресурсоцінні відходи для відправки на переробні підприємства (зосереджені, в переважній більшості, у Луцькому та Ковельському районах).

Тобто найважливіші суб'єкти мережі поводження з відходами розташовані в області нерівномірно, що завдає проблем на локальному рівні. Такою локальною територією, що відчуває дефіцит інфраструктури поводження з відходами, наприклад, є колишній Горохівський район (нині Луцький), де більшість населених пунктів перебуває в Горохівській, Мар'янівській та Берестечківській ОТГ. Функціональну схему пропонуваної логістичної системи для цих громад відображено на рис. 2.

Пункти прийому вторинної сировини в сільській місцевості мають виконувати дві головні функції: інформаційно-контрольну та облікову. Перша передбачає, що працівники, які працюватимуть на цих пунктах матимуть комунікацію з власниками відходів й доноситимуть інформацію про переваги роздільного збору сміття. Це стосується, насамперед, проблеми розділення відходів за видами (скло, полімери, метал, папір); чистоти вторинної сировини (забруднену важко реалізувати); вологості відходів (мокрі ресурси не переробляються). Зазначені критерії мають стати визначальними при прийманні відходів. Інша функція - облік видів та ваги ресурсів. Це необхідно для грошової компенсації здавачам. Забезпечувати роботу цих пунктів мають два працівники, а в населених пунктах до 100 жителів – один.

З розвитком системи збору сировини й приймальних пунктів у сільських населених пунктах 800 та більше мешканців необхідно вводити додатковий персонал. З допоміжних засобів пункти першочергово мають бути обладнані роками-вагами. Також необхідно планувати контейнери для роздільного збирання сміття – окремо для пластику, паперу та скла. Встановлювати контейнери необхідно в місцях масового скупчення – школи, торговельні заклади тощо.

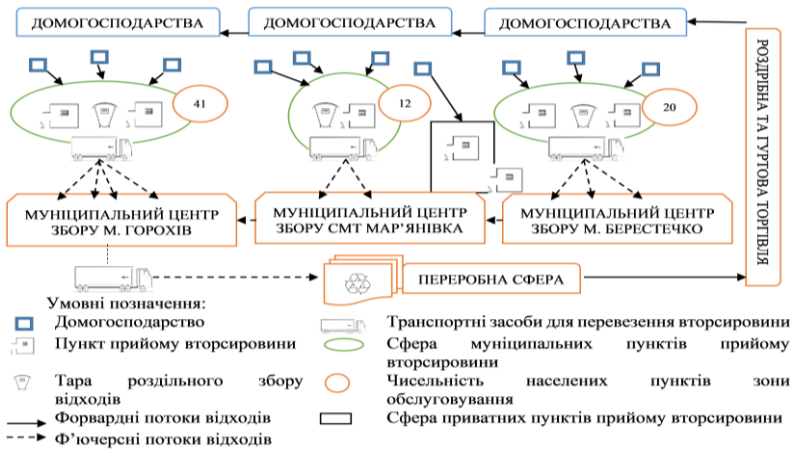


Рис. 2. Функціональна схема системи поводження з відходами на рівні ОТГ Волинської області [8]

В міру заповненості контейнерів, персонал пункту має доставляти їх для формування партій вторинних ресурсів. Сільські пункти дозволяють створити комунікацію з територіальними муніципальними центрами збирання відходів. Крім того останні мають обслуговувати логістичні маршрути руху сировини з пунктів прийому до центрального пункту.

Висновки. Ми вважаємо, що зазначена схема збирання ресурсоцінних компонентів сміття у сільській місцевості має перспективу для існування. Відносно незначні об'єми відходів у порівнянні з містом та певна культура поводження з ТПВ (до прикладу, самостійне спалювання паперових відходів, застосування тари повторно для зберігання тощо) не потребують організації масштабного парку транспорту та контейнерів. Сільські приймальні пункти можуть працювати за принципом прийому відходів за місцем розташування, а не організовувати збирання по всьому селу. Планування цих пунктів можливе в приміщеннях закритого типу комунальної власності. Ф'ючерсні потоки сміття будуть організовані завдяки вивозом ресурсоцінних ТПВ по мірі завантаженості пунктів прийому відходами.

References

- Zvorych I. Ya. (2017). Tsyrkuliarna ekonomika i hlobalizovane upravlinnia vidkhodamy [Circular economy and globalized waste management]. *Zhurnal yevropeiskoi ekonomiky*, 1 (vol. 16), 41-57. (in Ukrainian).
- Kolodiichuk I. A. (2017). Zasadnychi pryntsyipy formuvannia systemy povodzhennia z vidkhodamy [Basic principles of waste management system formation]. *Rehionalna ekonomika*, 2, 80-88. (in Ukrainian).

3. Pavlov V. I., Pavlikha N. V., Skorokhod I. S. (2007). Efektyvnist vykorystannia vtorynnykh resursiv u rehioni: otsinka ta innovatsiini mekhanizmy [Efficiency of the use of secondary resources in the region: evaluation and innovation mechanisms]. Rivne. (in Ukrainian).

4. Van Buren N., Demmers M., Van der Heijden R., Witlox F. (2016). Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability*. Vol. 8. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647#> (in English).

5. National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030 : Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 820-p (2019, December 24). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80> (in Ukrainian).

6. Ministry of Development of Communities and Territories of Ukraine (2020). Stan sfery povodzhennia z pobutovymy vidkhodamy v Ukraini za 2019 rik [The state of the sphere of household waste management in Ukraine in 2019]. Retrieved from: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vi/> (in Ukrainian).

7. Chastka naselenykh punktiv, u yakykh vprovadzheno rozdilne zbyrannia TPV, u zahalnyi kilkosti naselenykh punktiv rehionu [The share of settlements in which separate solid waste collection has been introduced in the total number of settlements in the region]. Retrieved from: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/01/Dodatok.pdf> (in Ukrainian).

8. Dziubynska O. V. (2021). Mechanism of utilization of household waste resource potential of the region on the basis of a circular economy : PhD thesis abstract. Lutsk (in Ukrainian).

Список використаної літератури

1. Зварич І. Я. Циркулярна економіка і глобалізоване управління відходами. *Журнал європейської економіки*. 2017. № 1. Т. 16. С. 41–57.

2. Колодійчук І. А. Зasadничі принципи формування системи поводження з відходами. *Регіональна економіка*. 2017. № 2. С. 80–88.

3. Павлов В. І., Павліха Н. В., Скороход І. С. Ефективність використання вторинних ресурсів у регіоні: оцінка та інноваційні механізми : монографія. Рівне, 2007. 155 с.

4. Van Buren N., Demmers M., Van der Heijden R., Witlox F. Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability*. 2016. Vol. 8. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647#>

5. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р. Дата оновлення: 24.12.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>

6. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2019 рік. Міністерство розвитку громад та територій України, 2020. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vi/>.

7. Частка населених пунктів, у яких впроваджено роздільне збирання ТПВ, у загальній кількості населених пунктів регіону. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/01/Dodatok.pdf>

8. Дзюбинська О. В. Механізм використання ресурсного потенціалу побутових відходів регіону на засадах кругової економіки : дис. ... канд. екон. наук: 08.00.05/ Луцький НТ. Луцьк, 2021. 305 с.

**ПРОЕКТУВАННЯ ВЕЛОСИПЕДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В
РЕКРЕАЦІЙНИХ ЗОНАХ МІСТА**

**DESIGN OF BICYCLE INFRASTRUCTURE IN THE RECREATIONAL
AREAS OF THE CITY**

Зигун А.Ю., к.т.н., доцент, Клепко А.В., студентка (Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава)

Zyhun A. Yu., PhD, Associate Professor, Kliepko A.V., student (National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava)

На сучасному етапі розвитку міст велосипедний транспорт для більшості розвинених країн є важливим видом внутрішнього транспорту. Велосипедні поїздки використовуються у повсякденному житті як транспортний засіб для комунікаційних та рекреаційних цілей. Для популяризації і стимулювання використання велосипедів у межах рекреаційних зон, необхідне створення велосипедної інфраструктури: велосипедних смуг на дорогах, велодоріжок, спеціальних велосипедних трас, велосипедної навігації, а також велосипедних стоянок, місць відпочинку, пунктів прокату та систем ремонту.

At the present stage of urban development in most developed countries, bicycle transport is an important mode of internal transport. It signifies an important role in ensuring social development and road transport replacement in the process of population movement within cities and suburban travel. Cycling is used in everyday life as a vehicle for communication and recreational purposes. Bicycle traffic is an environmentally friendly, comfortable, healthy mode of transport that has a number of advantages over other modes of transportation.

Bicycle infrastructure should be integrated into the urban space and all its functional areas. This means that it is necessary to somehow combine the opposite needs of different categories of citizens and ensure an appropriate level of the urban environment. Conditions must be created to ensure safety, connectivity, straightforwardness, attractiveness and convenience in organizing bicycle infrastructure facilities.

The bicycle infrastructure in the recreational areas of the city provides marked (indicated by pointers and signs) routes for long or short trips and tourist themed routes. Such routes are usually a set of nodes connected by separate tracks. This gives cyclists the freedom to choose directly: everyone can create their own route within the network. The main advantage of such networks is that they allow you to independently explore a particular area. For recreational purposes, the attractiveness of the proposed routes and the surrounding area is much more important than the ability to reach the destination by the shortest route.

It is necessary to create a bicycle infrastructure: bicycle lanes on roads, bicycle

paths, special bicycle routes, bicycle navigation, as well as bicycle parking lots, resting places, rental points and repair systems to popularize and stimulate the use of bicycles within recreational areas.

Ключові слова: велосипедна інфраструктура, рекреаційна зона, велосипедна навігація, веломаршрути.

Keywords: bicycle infrastructure, recreation area, bicycle navigation, bicycle routes.

Аналіз останніх досліджень та постановка задачі

В останні десятиліття велосипедний транспорт у містах переживає бурхливий інноваційний етап свого розвитку. Успіх криється в позитивних синергетичних ефектах для довкілля: від боротьби з транспортними та екологічними проблемами до поліпшення здоров'я людей, економічного розвитку та оздоровлення соціально-культурного стану суспільства.

Форми велосипедного руху, прокладені по вулицях міста і поза ними, утворюють єдину цілісну мережу веломаршрутів, що забезпечує унітарні та рекреаційні поїздки велосипедом в межах міста та на околицях. Відповідно до містобудівних і транспортних умов проектування, правил організації дорожнього руху визначається форма велосипедного руху. Технічні параметри кожної велосипедної доріжки визначаються проектною організацією індивідуально для кожного випадку, враховуючи місцеві умови та вимоги державних стандартів.

Наявна нормативно-правова база в Україні, яка регламентує планування або використання велосипедної інфраструктури, обмежується Правилами дорожнього руху, Державними будівельними нормами [1,2] та документами, що можуть бути прийняті органами місцевого самоврядування, а саме, правила благоустрою територій, концепції, міські цільові програми [3].

Рекомендації до створення велоінфраструктури відображено в європейських програмах NACTO Urban Bikeway Design Guide, PRESTO Cycling Policy Guide-General Framework, Recommendations for the organization of bicycle traffic ERA [4-6].

Дослідженням велосипедної інфраструктури активно займаються Токміленко О.С., Литвиненко Т. П., Гасенко Л. В., Шевченко Л.С., Буравченко С. Г., Чернишова О.С. [7-11]

Існує суттєва різниця в підходах до проектування в забудованій та незабудованій території, а також залежить від функціонального призначення маршруту.

Велосипедну інфраструктуру потрібно інтегрувати у суспільний простір, якого в більшості випадків й так вже не вистачає. Це означає, що необхідно поєднувати протилежні потреби різних категорій городян і при цьому забезпечувати належний рівень міського середовища. Неврахування

категорії користувачів і цілей пересування при створенні велосипедної інфраструктури може призвести до того, що вона буде неефективно використовуватися.

Проаналізувавши вітчизняні та закордонні джерела, нормативну літературу з питань проектування велосипедної інфраструктури, ми зробили висновок, що значна увага приділяється питанням розвитку утилітарних велосипедних маршрутів для щоденних транспортних потреб. Проте майже не розглядаються інфраструктурні рішення з метою покращення безпеки і комфорту велосипедистів в рекреаційних зонах міста.

Виклад основного матеріалу

Для проектування велодоріжок рекреаційного призначення потрібен інший підхід, ніж облаштування утилітарних транспортних. Насамперед, такі доріжки мають бути привабливими для прогулянок і мальовничими. Вони можуть з'єднуватися з житловою забудовою або транспортними вузлами, але розташовуються переважно у зелених рекреаційних зонах на відстані з іншою міською інфраструктурою.

Традиційно під рекреаційними маршрутами розуміють промарковані (позначені покажчиками та знаками) маршрути для тривалих поїздок та туристичні тематичні маршрути. Їх зазвичай представляють як набір вузлів, з'єднаних між собою окремими доріжками. Це надає велосипедистам свободу вибору напрямку: кожен може прокласти в межах мережі свій маршрут. Основна перевага таких мереж полягає в тому, що вони дають можливість самостійно дослідити ту чи іншу місцевість.

Залежно від значення велосполучення у мережі, для велосипедного руху висуваються різні вимоги стосовно прокладання у плані, розділення з пішоходами та іншого додаткового облаштування (наприклад, покажчики, освітлення). Особливо для велоруху з рекреаційною метою є широке поле застосування, що не робить доцільною стандартизацію елементів облаштування. На основних сполученнях велоруху до важливих рекреаційних пунктів призначення у певні дні інтенсивність руху велотранспорту може значно зростати, це вимагає встановлення конструктивних елементів для розмежування пішохідного та велосипедного руху. З іншого боку, доцільними можуть бути вужчі доріжки за мінімальним стандартом для віддалених зон відпочинку та з метою меншого втручання у природу (рис. 1).

Виходячи з потреб користувачів велосипедного транспорту, можливо визначити п'ять основних вимог, що сприяють розвитку велосипедного руху. Сенс цих вимог у тому, що чим більший кількості відповідає інфраструктура, тим більше вона спонукає людей використовувати велосипеди не лише в утилітарних цілях, а й з рекреаційною метою.

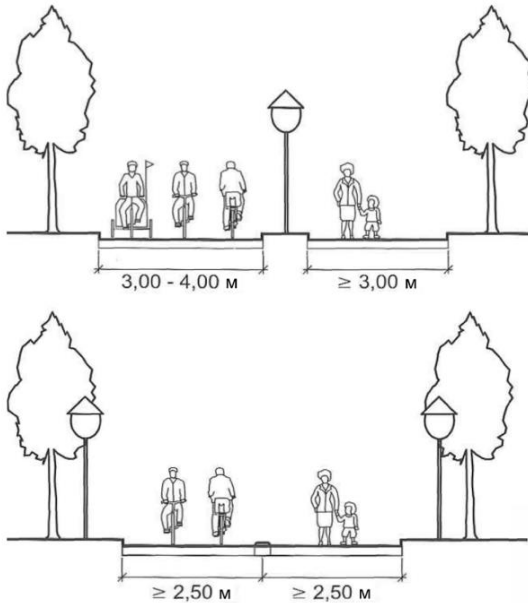


Рис 1. Приклади поперечних перерізів для велодоріжок та пішохідних доріжок, що розташовані в рекреаційних зонах міста

Ці вимоги можливо використовувати як критерії для оцінки якості та виявлення слабких місць існуючої інфраструктури.

1. Безпека.

Виконанню цієї вимоги повинна приділятися найбільша увага.

Для забезпечення поєднання велосипедного, пішохідного та автомобільного трафіку існує три основні напрями – зменшення інтенсивності руху, зниження швидкості руху та відокремлення учасників руху.

2. Прямолінійність.

Сполучення початкової та кінцевої точки призначення найбільш прямим і коротким шляхом. Необхідно мінімізувати відхилення та можливі затримки. Це робить велосипед дуже конкурентоспроможним видом транспорту на невеликих дистанціях, оскільки час поїздки в більшості випадків буде меншим, ніж при використанні автомобіля.

3. Зв'язність.

Відсутність розривів в мережі з вихідної точки до пункту призначення, тобто велосипедна мережа, що охоплює всі райони міста.

4. Привабливість.

Це питання інтеграції велосипедної інфраструктури в міське

середовище, відчуття і сприйняття, які виникають у людей при довготривалому чи короткочасному використанні велосипедів.

5. Зручність.

Рух має вимагати мінімальних фізичних та розумових зусиль. Слід уникати проектних рішень, які потребують постійної зміни швидкості руху. Велика кількість перехресть зумовлює необхідність постійно зупинятися і починати рух спочатку. Неякісний або невідповідний тип покриття, наявність ям, тріщин та інших нерівностей призводять до необхідності зниження швидкості руху. Це робить їзду на велосипеді складнішим завданням, що потребує більшої концентрації та зусиль.

В залежності від призначення велосипедні маршрути відрізняються за пріоритетністю зазначених вимог. Для щоденних ділових поїздок важливо, щоб маршрути дозволяли їхати швидко і без зусиль, навіть якщо вони пролягають через непривабливу місцевість. Для рекреаційних маршрутів дуже важлива привабливість, а їх «петляння», необхідність об'їздів тощо, навпаки, не є помітною проблемою.

До супутніх елементів проектування велосипедної інфраструктури належать: майданчики тривалого та короткочасного зберігання велосипедів, станції велопрокату, пересадочні та накопичувальні пункти для велосипедистів, спеціальні велосипедні вказівники та інше.

Велосипедні знаки та покажчики є основним елементом кожної мережі велосипедного руху. Це допомагає зробити існуючі велосипедні мережі більш помітними для громадськості та безпечно, зручно направляти користувачів. За допомогою покажчиків призначення можливо надати велосипедистам важливу інформацію про пункти призначення та характеристики маршруту. На всіх відгалуженнях маршрутів і перехрестях завжди повинні бути встановлені знаки призначення.

Для деталізації загальної системи веломаршрутів із виділенням маршруту на якому знаходиться людина та вказує точку її перебування встановлюються інформаційні щити уздовж рекреаційних велосипедних маршрутів (рис 2). Щит повинен розміщуватися так, щоб не заважати проїзду велосипедиста, а його краї повинні перебувати за межами, однак поруч із простором для руху велотранспорту.

Проміжні покажчики на маршруті гарантують, що маршрут залишається чітко впізнаваним подалі від точок прийняття рішення (розміщення інформаційних щитів). Проміжні вказівники слід використовувати при розгалуженні маршрутів (рис.3).

Система навігації повинна відповідати критеріям:

- легко читатися, особливо велосипедистами на ходу, а також людьми із вадами зору;
- використовувати загальнозрозумілу систему символів, знаків та інфографіки;

- вандалостійкість, стійкість до погодних умов та легкість ремонту або відновлення;
- не заважати проїзду та оглядовості велосипедистам та іншим учасникам руху.



Рис 2. Приклади застосування інформаційного щита та знаків перехрестя зі стрілочними вказівниками

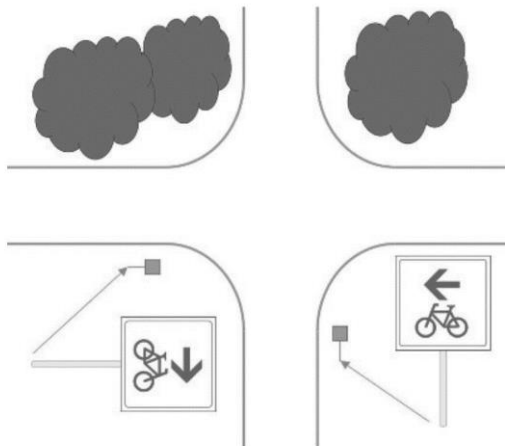


Рис 3. Приклади застосування проміжного покажчика

Користувачі велосипедного транспорту потребують додаткових зручностей для надійного зберігання велосипедів. Ефективна система велосипедного паркування повинна відповідати вимогам з урахуванням різних потреб користувачів, а саме:

- розрізнення короткотривалого паркування та довготривалого зберігання велосипедів. Велосипедисти повинні мати вибір між різними видами стоянок залежно від їхніх потреб та тривалості перебування;
- рівень попиту залежно від різних міських умов та розташування у структурі міста;
- проблеми зі зберіганням велосипедів у міському житті;
- вибір між різними видами паркувального обладнання.

Висновок. У межах рекреаційних зон велосипедна інфраструктура повинна включати не тільки велосипедні доріжки, а й стоянки довготривалого та короткочасного зберігання велосипедів, пункти прокату велосипедів та засобів індивідуальної мобільності, засоби навігації, зони обслуговування та ремонту. Стоянки та оглядові майданчики для велосипедів необхідно передбачати в різних функціональних зонах території на рівновіддаленій відстані між собою.

References

1. DBN V.2.3.-5:2018 Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv. K.: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 2018. 61 p.
2. DBN B.2.2-12:2018 Planuvannya i zabudova terytorii. K.: Minrehion Ukrainy, 2018. 187 p.
3. Pro zatverdzhennia Kontseptsii rozvytku velosyvednoi infrastruktury mista Poltava 2020-2024: Rishennia Poltavskoi miskoi rady vid 10.07.2020 [Digital source] / Ofitsiyni sait instytutu rozvytku mist. https://irm.pl.ua/files/2020/Program_velo.pdf
4. NACTO Urban Bikeway Design Guide [Digital source] / National Association of City Transportation Officials. Access: <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide> (date of application 15.11.2021)
5. PRESTO Cycling Policy Guide-General Framewo [Digital source]. Access: <https://presto-cycling.eu> (date of application 15.11.2021)
6. Rekomendatsii z orhanizatsii rukhu velosyvednoho transportu ERA / [pid kerivnytstvom Piu Hviazda, T. Brakhera]. – Keln: FGSV, 2010. – 105 p.
7. Lissner, S. Cycling Data App Data – An Exploratory Data Analysis of GPS Data in Cycling / S. Lissner, A. Francke, O. Chernyshova, T. Becker. // International Transportation (69) – 2017. – no. 1 – P. 48 – 52.
8. Lytvynenko T. P. Pryiomy orhanizatsii infrastruktury dlia rukhu indyvidualnykh ekolohichnykh transportnykh zasobiv / T. P. Lytvynenko, L. V. Hasenko // Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk «Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi». – K.: KNUBA, 2015. – Vypusk 7. – P. 155 – 160.
9. Shchurova V. A. Udokonalennia landshaftno-rekreatsiinoho seredovyshcha

mist ta pozamiskyykh terytorii shliakhom vprovadzhennia velosypednoi infrastruktury / V. A. Shchurova, M.V. Harbar // WORLD SCIENCE. № 10(38), Vol.1, October 2018, P. 15 – 21.

10. Buravchenko S. H. Velosypedni trasy v rekreatsiinykh zonakh yak zahalnomiski zviazky / S.H. Buravchenko, Tonkonoh D.Ie. // Teoriia i praktyka dizaynu. Dizain arkhitekturnoho seredovyshcha. – K.: NAU, 2019. – Vypusk 7. – P. 7 – 15.

11. Bybyk V. I. Dizain arkhitekturno-landshaftnoho prostoru velosypednykh komunikatsii / V. I. Bybyk, L. S. Shevchenko // Arkhitekturnyi visnyk KNUBA: nauk.-vyrob. zb. / KNUBA; vidp. red. P. M. Kulikov. - Kyiv: KNUBA, 2017. - Vyp. 11-12. - P. 22 – 28.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.3.-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України., 2018. 61 с.

2. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій. К.: Мінрегіон України, 2018. 187 с.

3. Про затвердження Концепції розвитку велосипедної інфраструктури міста Полтава на 2020-2024 роки: Рішення Полтавської міської ради від 10.07.2020 [Електронний ресурс] / Офіційний сайт інституту розвитку міст. https://irm.pl.ua/files/2020/Program_velo.pdf

4. NACTO Urban Bikeway Design Guide [Електронний ресурс] / National Association of City Transportation Officials. Режим доступу: <https://nacto.org/publication/urban-bikeway-design-guide> (дата звернення 15.11.2021)

5. PRESTO Cycling Policy Guide-General Framewo [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prestocycling.eu> (дата звернення 15.11.2021)

6. Рекомендації з організації руху велосипедного транспорту ERA / [під керівництвом Пю Гвезда, Т. Брахера]. – Кельн: FGSV, 2010. – 105 р.

7. Lissner, S. Cycling Data App Data – An Exploratory Data Analysis of GPS Data in Cycling / S. Lissner, A. Francke, O. Chernyshova, T. Becker. // International Transportation (69) – 2017. – no. 1 – P. 48-52.

8. Литвиненко Т. П. Прийоми організації інфраструктури для руху індивідуальних екологічних транспортних засобів / Т. П. Литвиненко, Л. В. Гасенко // Науково-технічний збірник «Енергоефективність в будівництві та архітектурі». – К.: КНУБА, 2015. – Випуск 7. – С. 155 – 160.

9. Щурова В. А. Удосконалення ландшафтно-рекреаційного середовища міст та позаміських територій шляхом впровадження велосипедної інфраструктури / В. А. Щурова, М.В. Гарбар // WORLD SCIENCE. № 10(38), Vol.1, October 2018, 15-21.

10. Буравченко С. Г. Велосипедні траси в рекреаційних зонах як загальноміські зв'язки / С.Г. Буравченко, Тонконог Д.Є. // Теорія і практика дизайну. Дизайн архітектурного середовища. – К.: НАУ, 2019. – Випуск 7. – С. 7 – 15.

11. Бибик В. І. Дизайн архітектурно-ландшафтного простору велосипедних комунікацій / В. І. Бибик, Л. С. Шевченко // Архітектурний вісник КНУБА: наук.-вироб. зб. / КНУБА; відп. ред. П. М. Куліков. - Київ: КНУБА, 2017. - Вип. 11-12. - С. 22-28.

СПОРУДЖЕННЯ ЗБІРНИХ ФУНДАМЕНТІВ У СКЛАДНИХ КОТЛОВАНАХ

CONSTRUCTION OF PREFABRICATED FOUNDATIONS IN COMPLEX EXCAVATION SITES

Іванейко І. Д., канд. техн. наук, доцент (Національний університет «Львівська політехніка»), Іванейко М. М., інженер, (Logistruct, м. Львів), Вишневецький Р. М., бакалавр (Національний університет «Львівська політехніка»).

Ivaneiko I. D., Ph. D. in Engineering, Associate Professor, (Lviv Polytechnic National University), Ivaneiko M. M., engineer (Logistruct, Lviv), Vyshnevetsky R. M., bacc. ing. aedif. (Lviv Polytechnic National University).

Запропоноване ефективне технологічне конструктивне рішення збереження природної характеристики ґрунту.

У статті розглядається зведення збірних стрічкових фундаментів з плит і блоків підвалу. Для сукупної технології зведення цих фундаментів зі збереженням природних характеристик ґрунту запропонований комплексно-механізований технологічний процес для двох машин на трьох роботах.

Методика передбачає поділ об'єкту на захватки, визначення обсягів робіт, встановлення основних і допоміжних робіт для екскаватора та крана, формули для визначення обсягів робіт для машин на блоках стін підвалу та часу їхнього перебування на захватках. Наведені техніко-економічні показники сукупної технології з виконанням робіт з-поза меж котловану і траншеї.

We offer effective technological constructive solutions of preservation of natural characteristics of the soil. According to the research, this can be achieved through organizational and technological solutions. This reduces the volume of earthworks and the cost of backfilling. Such constructive-organizational-technological solutions (COTS) are relevant in the construction of underground parts of kindergartens and educational institutions on shallow foundations.

From experience and research, we know that to introduce natural characteristics of the soil we must use technologies of cumulative construction of earthworks and foundations. It is used for the construction of cast-in-place concrete shallow foundations with different types of manual and mechanized labor. In turn, this technology is not used for mechanized construction of prefabricated strip foundations.

The paper considers the construction of prefabricated strip footings with basement walls from precast concrete blocks. A hypothesis is presented for the technology of combining footing construction with preserving natural characteristics of the soil: to balance construction times using complex mechanized technological processes (CMTP) for two universal machines (UM) on three jobs. UM are: an excavator and a crane. The CMTP are: earthworks and installation of footing slabs and basement wall blocks. The latter is presented in two variants: one or two rows.

This technique was used to give machines full access to the perimeter of excavation site. It proposes the division of the construction into seizures, provides work estimates, identifies the main and secondary jobs for the excavator and crane, and gives formulas for calculating work and time estimates for machines installing basement wall blocks. Given technology is compared with construction from outside of the excavation site, and technical-economic indicators are shown.

We need to research implementation of these techniques for the construction of kindergartens and schools in cramped urban environments.

Ключові слова: комплексно-механізований технологічний процес, універсальні машини, природні характеристики ґрунту основи.

Key words: complex-mechanized technological process, universal machines, natural characteristics of the soil.

Проблема. Під час спорудження підземної частини будівлі (ПЧБ) з фундаментами на ґрунтовій основі є проблема застосування способів організаційно-технологічного об'єднання робіт для отримання ресурсозберігаючих технологічно-конструктивних рішень та енергозберігаючих механізмів.

Сьогодні проводиться реконструкція центральної частини міста зі зміною малоповерхових будівель на багатоповерхові. Збільшення кількості населення на один квадратний метр потребує спорудження додаткових дитячих садків і шкіл на стислій території, і включене в програму Президента «Велике будівництво». В цих умовах потрібно скоротити витрати на спорудження будівлі, однією з яких є збереження природніх характеристик ґрунту під час виконання робіт.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідження зменшення обсягів робіт та затрат на використання техніки на майданчику виконувались школою Ю. І. Белякова [1, 2] із запровадженням в конструкції земляної споруди укосів короткотривалої стійкості та застосовуючи раціональні схеми виконання робіт. Для використання властивостей цих ґрунтів запропоновано технологію сукупного виконання робіт при влаштуванні підземних комунікацій з використанням універсальної машини (УМ) — екскаватора [14]. В Україні представлена номенклатура екскаваторів гусеничних та пневмоколісних із ковшем від 0,2 до 4,0 м³[15]. Аналіз технічних параметрів вантажопідйомності УМ на базі екскаватора не розглядався за вантажопідйомністю для монтажу плит стрічкового фундаменту.

Застосування короткотривалих властивостей ґрунту використано при зведенні стрічкових монолітних фундаментів у розпір для нового будівництва та реконструкції. Для зведення подушки фундаменту застосовують комплект спеціалізованих машин екскаватор-автобетонозмішувач [3].

У будівництві монтаж плит стрічкових фундаментів виконується краном [4, 6, 7]. У комплекті з екскаватором вони, як правило, дають довготривалі характеристики ґрунту. У комплексно-механізованому технологічному процесі (КМТП) [5] дослідження з використанням короткотривалих властивостей ґрунту не проводились [8, 9].

Мета дослідження. Розробка ефективного технологічного конструктивного рішення комплексної механізації земляної споруди і збірних фундаментів зі збереженням природної структури ґрунту.

Об'єкт дослідження – технологія спорудження підземної частини будівель збірними фундаментами мілкого закладання.

Критерії ефективності для виконання робіт є тривалість використання фізико-механічних властивостей ґрунту під час монтажу збірних фундаментів:

$$T_s^P - T_s^M \leq 1$$

де T_s^P і T_s^M - термін стояння ґрунту від відкриття його екскаватором і до покриття збірним елементом його краном (екскаватором), днів.

На будівлі відповідно до номенклатури виробів можуть застосовуватись плити фундаментів (за ДСТУ Б В.2.6-109:2010) з вагою $Q=0,45 - 5,98$ т, та блоки стін підвалу (за ДСТУ Б В.2.6-108:2010) - $Q=0,35 - 1,96$ т.

Ватажний функціональний простір у екскаваторів виконувався за каталогом для марок фірм Volvo та Hitachi:

- гусеничних з об'ємом ковша від $0,2\text{ м}^3$ до $1,6\text{ м}^3$ (рис.1);
- пневмоколісних з об'ємом ковша від $0,2\text{ м}^3$ до $1,0\text{ м}^3$.

За технічними характеристиками гусеничні екскаватори марок EC220DLR і EC250DLR (фірми Volvo) (рис.1) та ZX210H (фірми Hitachi) можуть використовуватись як універсальні машини для послідовного методу і у комплекті з краном. При виконанні робіт до екскаватора визначена однакова ланка на доробці ґрунту вручну, монтажних роботах та влаштуванні монолітних ділянок.

Основна ідея технології. Підземну частину котловану адаптуємо під можливості виконання монтажних робіт у траншеях.

Виконання критерію і основної ідеї реалізуємо для комплекту машин. Їхня трудомісткість на захватці повинна бути однаковою:

$$\sum_i^m T p_{ij} = \text{const},$$

де $T p_{ij}$ - трудомісткість i -ї роботи для j - ї машини; m - кількість робіт на захватці для j -ї машини.

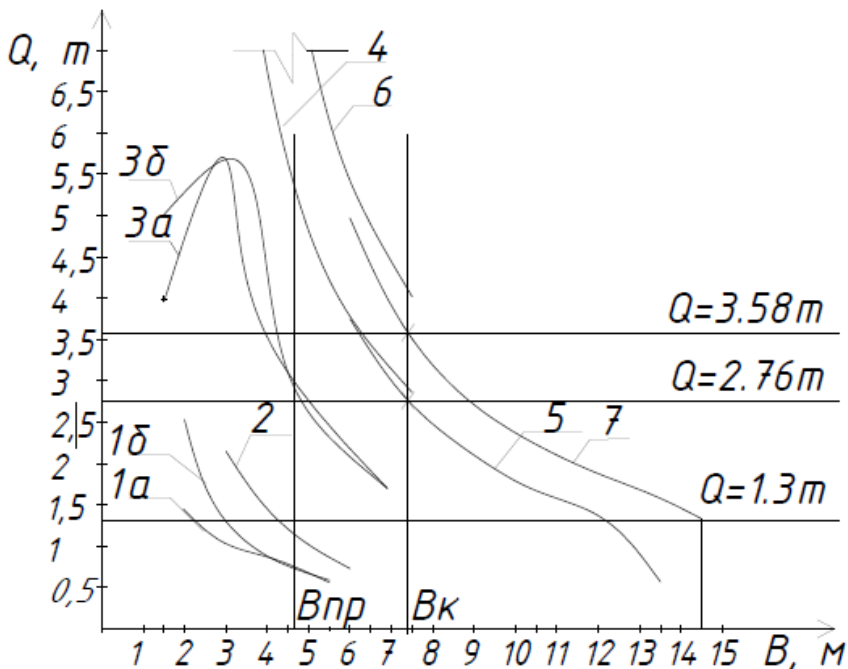


Рис. 1. Технічні характеристики екскаваторів VOLVO: 1- EC55B з руків'ям: а - 1540 мм; б - 1900 мм; 2 - ECR88; 3 - EC140L з руків'ям: а - 2,1 м; б - 3,0 м; 4 - EC220D; 5 - EC220DLR; 6-- EC250DL; 7 - EC 250DLR

Вихідні дані для порівняння варіантів.

Конструктивне рішення стрічкових фундаментів взяте для житлового будинку [11]. Порівняння варіантів виконується:

- для виконання монтажу фундаментів поза меж котловану;
- для виконання монтажу фундаментів поза меж траншеї у траншейному котловані.

Для виконання робіт котлован розбитий на траншеї (захватки) (рис. 2, 3). В межах кожної захватки виконують такі роботи:

- механізовану розробку траншейного котловану;
- ручну доробку основи фундаментів;
- монтаж фундаментних плит;
- монтаж одного (двох) рядів блоків;
- влаштування монолітних ділянок.

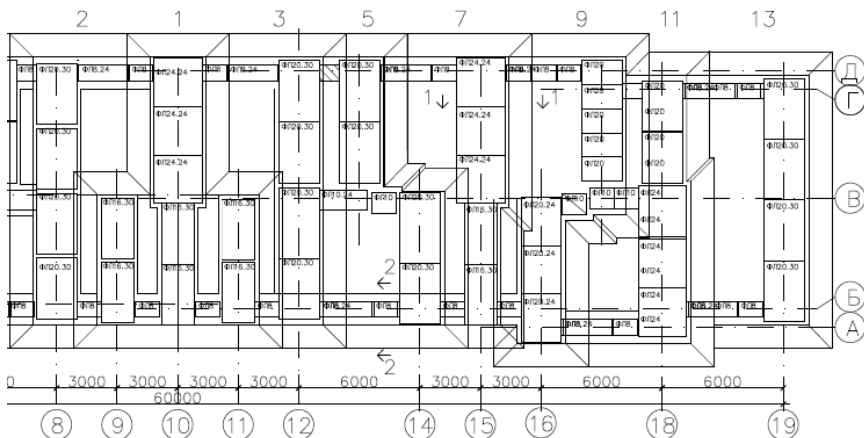


Рис. 2. Розбивка підземної частини будівлі на захватки відносно осі 10

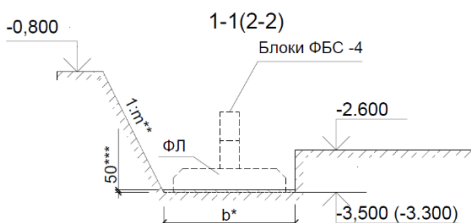


Рис. 3. Січення траншеї. * - ширина траншеї за ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013; ** - укоси за ДБН А.3.2-2-2009; *** - недоробка ґрунту екскаватором з зачисним пристроєм за ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013

У траншейному котловані не розробляється ґрунт під підлоги підвалу (табл. 1). Для порівняння варіантів монтажні роботи виконуються стріловим краном. Визначальні монтажні елементи виконуються для найменш трудомісткого конструктивного рішення фундаментних плит (табл.2). За рахунок зменшення вильоту стріли у траншеї використовується кран КС- 25 т (у котловані КС - 40 т).

Для машин на захватці визначали трудомісткість (зміна обладнання і додаткові пересування в розрахунку не враховувались):

- екскаватора:

$$T_{p_{iEO}} = T_{p_{iEP}} + T_{p_{iEB}};$$

- крана:

$$T_{p_{iKP}} = T_{p_{iKM}} + T_{p_{iKB}}.$$

Таблиця 1

Визначальні елементи для вибору механізмів

Марка елемента	Вага, т	Максимальна глибина подачі крана*, м	Максимальна глибина подачі екскаватора**, м	Примітка
ФЛ-20.30	5.10	7,08	5,68	Визнач.
ФЛ-24.24	4.75	7,28	5,88	Визнач.
ФЛ-20.24	4.05	7,08	5,68	-
ФЛ-16.30	2.71	6,63(9,63)	5,23(7,23)	Визнач.
ФЛ-10.24	1.38	6,43	5,03	-
ФЛ-8.24	1.15	6,43	5,03	-
ФЛ-10.12	0.65	6,43	5,03	-
ФЛ-8.12	0.55	6,43	5,03	-

Глибина подачі для механізмів: *крана - опорний контур рівний 6 м;
 **екскаватора – ширина – 3,19 м (EC-220 DLR VOLVO), ґрунт суглинок

Розподіл трудомісткості між машинами визначено з рівняння (табл. 3):

$$T_{p_{iEO}} = T_{p_{iKP}} = const.$$

Таблиця 2

Обсяги робіт котловану, зворотної засипки та траншейного котловану

Номер захватки	Площа		Об'єми				
	верху $Q, \text{м}^2$	низу $q, \text{м}^2$	$V_i^{K^{**}}$, м^3	Засипка			$V_i^{T^{***}}$, м^3
				підвалу, м^3	пазух $V_{п}, \text{м}^3$	$V_{п/k_0}$, м^3	
1	125,2	71,0	171,7	6,0	7,5	7,1	165,7
2-3	260,6	191,6	215,0	28,1	21,8	20,6	186,9
4-5	408,1	311,6	223,0	21,2	23,8	22,5	201,8
6-7	542,9	431,6	211,6	26,9	22,5	21,2	184,7
8-9	704,9	562,7	243,0	26,9	24,3	22,9	216,1
10-11	840,2	683,3	211,7	23,6	24,3	22,9	188,1
12-13	1014	830,5	265,5	48,7	22,2	20,9	216,8
			1541,6	181,4		138,1	1360,1

$k_0 = 1,06$ - коефіцієнт залишкового розпушення ґрунту. $V_i^{K^{**}}$ – обсяг робіт у котловані, м^3 ; $V_i^{T^{***}}$ – обсяг робіт у траншейному котловані без засипки підвалу, м^3 .

Таблиця 3

Визначення трудомісткості екскаватора і крана у КМТП

Номер захватки	Трудомісткість, маш.-год.					К-сть рядів блоків екскаватора для 1/2*
	$T_{мі}^{бл}$ для 1/2*	$T_{EOi}^{рк}$	$T_{кри}^n$	$T_{EOi}^{бл}$ для 1/2*	$T_{EOi}^{сум}$ для 1/2*	
1	2,84/5,67	2,06	2,81	1,79/3,21	3,85/5,27	0,63/1,13
2	4,0/8,0	2,16	3,8	2,82/4,82	4,98/6,98	0,7/1,2
3	4,58/9,16	2,33	4,57	3,41/5,7	5,74/8,03	0,74/1,24
4	4,0/7,99	2,12	3,3	2,59/4,58	4,71/6,71	0,65/1,15
5	4,93/9,86	2,51	4,94	3,68/6,15	6,19/7,21	0,75/1,25
6	4,0/8,0	2,15	4,28	3,06/5,06	5,21/7,78	0,77/1,27
7	4,41/8,81	2,55	4,19	3,03/5,23	5,57	0,69/1,19
сума	28,75/57,5	15,89	27,88	20,4/34,8	36,3/50,6	

* кількість блоків за висотою.

Висновки

1. Використання короткотривалих характеристик ґрунту зберігає основу від промерзання, замулювання та підтоплення їх водою.
2. Запропоновані схеми поділу і розноска котловану на траншеї дають змогу:
 - використати техніку з меншим вильотом стріли;
 - застосувати одночасно на майданчику декілька машин.
3. Визначені універсальні екскаватори, які можуть використовуватись для монтажу збірних фундаментів.
4. У цій технології за рахунок зменшення монтажного моменту зменшується необхідний типорозмір стрілового крана.
5. Запропонована технологія зменшує обсяг розробки земляної споруди на 12%, транспортування ґрунту – на 21% та його ущільнення у підвалі – на 57 % .
6. В майбутньому можливо створити методика з розробки підземної частини з використанням універсальних машин.

References

1. Bieliakov Yu. I., Ivaneiko I. D. Vyznachennia vertykalnykh ukosiv vyimky u miaknykh ta schilnykh gruntakh. Teoriia i praktyka budivnytstva. 1996. № 300. S.74—79.
2. Kotsiy Y., Gogol M. V., Peleshko I., Ivaneiko I. Investigation of the effect of working movement length on the efficiency of the excavators. Theory and Building Practice. 2020. Vol. 2, No 1. P. 94—98.
3. Ivaneiko I. D., Mudryi I. B. Do pytannia efektyvnosti zvedennia pidzemnoi chastynty budivli z zastosuvanniam fundamentiv na pryrodniy osnovi. Tekhnolohiia i praktyka budivnytstva. 2002. №441. S.74—79.

4. Mudryi I.B. Tekhnolohiia sporudzhennia fundamentiv z urakhuvanniam funktsionalnogo prostoru strilovykh kraniv: avtoreferat dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.23.08. Kyiv, 2011. 20 s.

5. Shtol T.M. Tekhnolohiia vozvedennia podzemnoi chasty zdanyi y sooruzhenyi: Ucheb. Posobye dlia vuzov: Spets.: «Prom. y hrazhd. str-vo»/ T.M.Shtol, V.Y.Telychenko, V.Y.Feklyn.- M.: Stroiizdat, 1990. 288 s.

6. Shumakov I.V. Teoretyko-metodolohichni pryntsypy formuvannia orhanizatsiino-tekhnolohichnykh rishen zvedennia pidzemnoi chastyny tsyvilnykh budivel: avtoreferat dys. d-ra tekhn. nauk : 05.23.08. Kharkiv, KhNUBA. 2015. 35 s.

7. Husakov A.A. Systemotekhnika stroytelstva.] / Ros. AN, Nauch. sovet po kompleks. probl. «Kybernetyka»: 2-e yzd., pererab. y dop. M. : Stroiizdat, 1993. 366 s.

8. Ivaneiko I.D., Ivaneiko M.M. Zbalansuvannia u chasi protsesiv sporudzhennia kotlovanu ta zbirnykh fundamentiv. Efektyvni tekhnolohii v budivnytstvi : V Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. (m. Kyiv, 19 lystopada 2020 r.). Kyiv, 2020.

9. Ivaneiko I.D., Ivaneiko M.M. Sporudzhennia zbirnykh fundamentiv u skladnykh kotlovanakh. «Innovatsiini tekhnolohii v arkhitekturi i dyzaini»: V : V Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. (m. Kharkiv, 8-9 kvitnia 2021 r.). Kharkiv, 2021.

10. Ivaneiko I.D., Mudryi I.B. Metodyka vyboru efektyvnoi tekhnolohii montazhu zbirnykh fundamentiv : mater. Vseukr. internet-konf. molodykh vchenykh ta stud. «Problemy suchasnoho budivnytstva». Poltava, PNTU im. Yu.Kondratiuka, 2014. S. 217-221.

11. Ivaneiko I.D., Mudryi I.B., Oleksiv Yu.M. Formuvannia ta efektyvnist tekhnolohichnykh konstruktyvnykh rishen strichkovykh fundamentiv zvedenykh iz-za mezh kotlovanu. Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi. , 2015. Vyp.3. S. 79-92.

12. Ivaneiko I.D., Mudryi I.B., Oleksiv Yu.M. Metodyka formuvannia efektyvnykh komplektiv strilovykh kraniv v umovakh obmezhenia terminu budivnytstva. Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi. , 2017. Vyp. 8. S. 87—94..

13. Ivaneiko I.D., Oleksiv Yu.M. Efektyvnist zastosuvannia kran-manipuliatoriv na bortovykh mashynakh dlia montazhu fundamentiv. Efektyvni orhanizatsiino-tekhnolohichni rishennia ta enerhozberihaiuchi tekhnolohii v budivnytstvi: materialy VI Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Kharkiv, 23-24 bereznia 2016 r.). Kharkiv, 2016. S. 52-54.

14. Strilets F.F. Tekhnolohiia sukupnogo vykonannia robiv pry vlashtuvanni pidzemnykh komunikatsii v umovakh rekonstruktsii pidpriemstv: avtoreferat dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.23.08. Kyiv, 1999. 19 s.

15. Obzor zarubezhnykh ekskavatorov: osnovnie tendentsyy razvytiya : <https://technoaktyv.com.ua/a340273-obzor-zarubezhnyh-ekskavatorov.html> (data zvernennia 9.11.2021).

Список використаної літератури

1. Беляков Ю. И., Иванейко И. Д. Визначення вертикальних укосів виїмки у м'яких та щільних ґрунтах. *Теорія і практика будівництва*. 1996. №300. С.74 -79.

2. Kotsiy Y., Gogol M., Peleshko I., Ivaneiko I. Investigation of the effect of working movement length on the efficiency of the excavators. *Theory and Building Practice*. 2020. Vol. 2, No 1. P. 94–98.

3. Іванейко І. Д., Мудрий І. Б. До питання ефективності зведення підземної частини будівлі з застосуванням фундаментів на природній основі. *Технологія і практика будівництва*. 2002. №441. С.74-79.

4. Мудрий І. Б. Технологія спорудження фундаментів з урахуванням функціонального простору стрілових кранів: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 2011. 20 с.

5. Штоль Т.М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений: пособ. для вузов: «Пром. и гражд. стр-во»/ Т. М. Штоль, В. И. Теличенко, В. И. Феклин. М.: Стройиздат, 1990. 288 с.

6. Шумаков І.В. Теоретико-методологічні принципи формування організаційно-технологічних рішень зведення підземної частини цивільних будівель: автореф. дис. д-ра техн. наук : 05.23.08. Харків, ХНУБА. 2015. 35 с.

7. Гусаков А.А. Системотехника строительства.] / Рос. АН, Науч. совет по комплекс. пробл. «Кибернетика» :— 2-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1993. 366 с.

8. Іванейко І.Д., Іванейко М.М. Збалансування у часі процесів спорудження котловану та збірних фундаментів. *Ефективні технології в будівництві : V Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Київ, 19 листопада 2020 р.)*. Київ, 2020.

9. Іванейко І.Д., Іванейко М.М. Спорудження збірних фундаментів у складних котлованах. *«Інноваційні технології в архітектурі і дизайні»: V : V Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Харків, 8-9 квітня 2021 р.)*. Харків, 2021.

10. Іваненко І.Д., Мудрий І.Б. Методика вибору ефективної технології монтажу збірних фундаментів : *матер. Всеукр. інтернет-конф. молодих вчених та студ. «Проблеми сучасного будівництва»*. Полтава, ПНТУ ім. Ю.Кондратюка, 2014. С. 217-221.

11. Іванейко І.Д., Мудрий І.Б., Олексів Ю.М. Формування та ефективність технологічних конструктивних рішень стрічкових фундаментів зведених із-за меж котловану. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. , 2015. Вип.3. С. 79-92.

12. Іванейко І.Д.,Мудрий І.Б.,Олексів Ю.М. Методика формування ефективних комплектів стрілових кранів в умовах обмеження терміну будівництва. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. , 2017. Вип. 8. С. 87-94..

13. Іванейко І.Д., Олексів Ю.М. Ефективність застосування кран-маніпуляторів на боргових машинах для монтажу фундаментів. *Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків, 23-24 березня 2016 р.)*. Харків, 2016. С. 52-54.

14. Стрілець Ф.Ф. Технологія сукупного виконання робіт при влаштуванні підземних комунікацій в умовах реконструкції підприємств: автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08. Київ, 1999. 19 с.

15. Обзор зарубежных экскаваторов: основные тенденции развития; <https://technoaktyv.com.ua/a340273-obzor-zarubezhnyh-eksavatorov.html> (дата звернення 9.11.2021).

**ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ УРБАНІСТИЧНОГО
СЕРЕДОВИЩА**

**PROBLEMS AND OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF
THE URBAN ENVIRONMENT**

Льчук Н.І., к.т.н., доц., (Луцький національний технічний університет університет), Льюна О.В., к.геогр.н. (Волинський національний університет імені Лесі Українки)

Pchuk N.I., PhD, Associate professor, (Lutsk National Technical University), Pyuna O.V., PhD, Associate professor, (Lesya Ukrainka Volyn National University)

Проведено аналіз проблем розвитку урбанізованого середовища. Визначено перспективи вдосконалення систем управління міським середовищем. Проаналізовано загальний світовий підхід щодо можливостей розвитку урбаністичного середовища в майбутньому.

The analysis of problems of development of the modern urban environment is carried out. Prospects for improving urban management systems are identified. The general world approach to the possibilities of development of the urban environment in the future is analyzed.

The creation of new cities and their possible development are closely linked to social, political and economic aspects. Mankind has always sought a better future.

Research and planning for the future development of cities have become necessary requirements of today. Both the cities themselves and the national governments of the world are interested in this.

For further defined and sustainable development, it is necessary to have national urban strategies and global institutions that allow to take into account the contribution of cities in solving a number of global problems, such as climate change, epidemics, terrorism.

The social aspect is also very important, ie city residents must consciously think about how to change their city for the better, what exactly citizens want to see, how it is possible to improve their living standards and environment, to be actively involved in making all important decisions for the city.

It is expedient to focus research on cities, because they are the implementation of state policy, a densely concentrated large number of people, a large number of places of employment, cultural and educational institutions.

Ключові слова: місто, урбанізоване середовище, мегаполіс.

Key words: city, urban environment, megalopolis.

Постановка проблеми. Створення нових міст та можливий їхній розвиток досить тісно пов'язаний із соціальними, політичними, економічними аспектами. Людство завжди прагнуло кращого майбутнього. Сучасний світ охоплює урбанізація. За прогнозами експертів

у 2050 році близько 70% населення світу буде проживати у містах. Якими вони повинні бути і що потрібно передбачити для їхнього стабільного розвитку? Вчені багатьох країн вивчають сучасні тенденції та проблеми розвитку урбаністичного середовища, а також вплив новітніх технологій на міське життя в цілому [1].

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Проведення наукового дослідження та планування майбутнього розвитку міст стали необхідними вимогами сьогодення. В цьому зацікавлені як самі міста, так і національні уряди країн світу. Для подальшого визначеного та стабільного розвитку необхідно мати національні урбаністичні стратегії та глобальні інституції, які дозволяють враховувати внесок міст у вирішення ряду глобальних проблем, таких як зміна клімату, епідемії, тероризм.

Якщо проаналізувати розвиток міського середовища кінця ХХ століття, то можна побачити величезні «вертикальні» міста, де як засіб основний засіб пересування використовуються різні види транспорту. Але з часом на перший план вийшла екологія. Саме тому, індивідуальне уявлення та розуміння розвитку міста, як правило і формують вектор його розвитку в майбутньому [1, 2].

Кількість людей, які чітко усвідомлюють свій можливий вплив на навколишнє середовище, істотно збільшується.

Мета статті: проаналізувати можливості та проблеми розвитку урбанізованого середовища, які виникають на теренах світового розвитку мегаполісів.

Відповідно до поставленої мети вирішуються наступні **завдання:**

- проаналізувати можливості розвитку урбаністичного середовища;
- проаналізувати способи та методи управління системами міського середовища та визначити їхній вплив на формування мегаполісів.

Аналіз можливостей розвитку урбаністичного середовища. На даний час спостерігається тенденція до розбудови smart city – «розумне місто», для якого характерним є використання різних технологій для досягнення максимальної взаємодії і зв'язку між різними частинами міста, навіть взаємодія між мобільними та домашніми приладами, коли можна прийти додому, а смачна вечеря вже готова. В той самий час, великі та перевантажені мегаполіси не завжди можуть бути комфортними для життя. Саме тому, міста майбутнього повинні бути не лише високотехнологічними, але і зручними для їх мешканців. Вони повинні мати середню щільність населення, мати місця для прогулянок та відпочинку, розвинути мережу пішохідних та велосипедних доріжок, зони озеленення та рекреації для покращення загального мікроклімату міського середовища.

Прогнозовано, що зміни торкнуться не лише зовнішнього вигляду міста, а також і можливостей впливу звичайної людини на його життя та планування. Smart city («розумні міста») – це коли мешканці міста за

допомогою новітніх технологій та інтернету можуть впливати на рішення щодо модернізації міста.

Візуалізація даних щодо розвитку міського середовища з можливістю керувати усіма процесами, спочатку з'явилася в комп'ютерних іграх. На сьогодні вже існують спеціальні «дашборди» - панелі управління, які дають можливість в реальному часі побачити різні процеси: рух транспорту, кількість населення, смертність та інші дані, які характеризують життя міст в цілому. Такі системи управління стають невід'ємною частиною розвитку урбанізованого середовища. За допомогою таких «дашбордів» стає можливим аналізувати та пізнавати місто, а також відстежувати ефективність усіх процесів, які відбуваються в ньому.

Крім того, дуже важливим є і соціальний аспект, тобто мешканці міста повинні свідомо думати, як саме змінити на краще своє місто, що саме хочуть бачити містяни, як саме можна покращити стандарти свого життя та довкілля, бути активно задіяними у прийнятті всіх важливих для міста рішень. Сучасне місто – це не лише справа міського самоврядування, уряду або політики, це майбутнє, яке стосується всіх і кожного, адже жити комфортно, можна лише свідомо узгоджуючи різні сфери життєдіяльності [1].

Доцільним є зосередження досліджень саме на містах, адже в них проходить реалізація політики держави, щільно сконцентрована велика кількість населення, зосереджена велика кількість місць прикладання праці, культурних та освітніх закладів, саме вони є не лише виробниками, але і споживачами наукових ідей, матеріальних благ і культури.

Аналітичні дані говорять про те, що міста являють собою змінну систему, вони як живі організми, які мають свою історію розвитку та займають певний простір і в той же час є неоднорідними. Як наслідок, усі міські системи є непередбачуваними та нестабільними, тому їх не можна повністю контролювати та прогнозувати [1,2].

Звичайно, усі прогностичні обчислювання можуть бути корисними для вирішення багатьох завдань, наприклад, покращення умов руху на вулицях та дорогах міст і запобігання виникнення заторів, проектування інженерних мереж міста та інших процесів, але вони не підходять для розрахунку майбутньої поведінки мешканців.

Саме тому виникає необхідність візуалізувати саме цей масив інформації про місто у зручній формі, щоб дедалі більше мешканців могли використовувати інформацію для власних потреб.

Для покращення процесу прийняття рішень, наприклад, щодо вдосконалення міського ландшафту, необхідно щоб була можливість та доступність для всього суспільства, а не лише для міського самоврядування та інших зацікавлених сторін. Необхідно створювати зрозумілі та доступні інтерфейси, за допомогою яких архітектори та міські

дизайнери зможуть вільно ділитися інформацією з громадськістю, а також залучати її для обговорення та прийняття рішень.

Застосування різних методів обчислення не допоможе вирішити всі існуючі проблеми, але дасть новий погляд на місто, відкриє його приховані характеристики, допоможе пояснити існуючу ситуацію. Наприклад, аналіз даних GPS із мобільних телефонів користувачів автобусного транспорту дає можливість ідентифікувати нові маршрути, а також виконати необхідні зміни в уже існуючих, що в подальшому призводить до підвищення пасажиропотоку в цілому [1,2].

Аналіз способів та методів управління системами міського середовища та визначення їхнього впливу на формування мегаполісів. Існуюча міська політика та дизайн архітектурного середовища повинні бути максимально чіткими та прозорими, із використанням інтерактивних інструментів для міського розвитку. Саме тоді архітектура та планування можуть стати соціально перетворювальною силою. За допомогою активної участі громади можна отримати швидкі зміни та ефективно використовувати ресурси міста [2,3].

В реаліях сьогодення, традиційні методи проектування, містобудування та ландшафтного дизайну поступаються новим – це побудова певного середовища із залученням та за участі мешканців міста. Що в свою чергу дає можливість поєднати дві системи управління: зверху-вниз і знизу-вгору. Тому головним завданням є створити загальний інформаційний ресурс для розвитку міст, який буде доступний для різних категорій його мешканців.

Прогнозовано, що урбанізація буде нерівномірною. В країнах Африки у період з 2020-2050 рр. вона зростатиме найбільше, а деякі країни, такі як Японія та Росія, навпаки, за кількісними показниками будуть втрачати мешканців міст. Більше третини нових урбаністичних зон, близько 37%, за прогнозами, можуть з'явитися в Індії, Китаї та Нігерії [1,2].

Як зазначалося, близько 70% людей планети мешкатимуть в урбаністичних районах. Власне міста будуть різного розміру, в тому числі велика кількість мегаполісів: близько 40 до 2050 року, проти 28 на сьогодні, але більшість населення буде жити у містах з населенням менше 500 тис. осіб.

Основними типами міст у майбутньому є мегаполіси, переважна більшість з яких зосереджені на Сході, здебільшого це країни Африки, Центральної та Латинської Америки та більшої частини Азії; найзначніші та значні міста з чисельністю мешканців близько 1-10 млн. чол. – шість таких міст будуть в Китаї вже до 2025р, також кілька в Африці; великі міста – це близько 500 тис – 1 млн.чол., зосереджені в основному в Азії та Африці; середні та малі міста, які мають населення до 500 тис.чол, переважають у Європі – в них житиме близько двох третин мешканців

країн ЄС, а в цілому – це половина урбаністичного населення, яке буде вже до 2030 року [1, 2].

Враховуючи світовий досвід становлення та розвитку різних категорій міст, варто врахувати можливості, які виникають при поєднанні різних тенденцій та пріоритетів їхнього розвитку.

На сьогодні у світі спостерігається загальна тенденція до збільшення кількості населення, тому важливим є питання: які саме регіони люди обиратимуть для свого проживання у майбутньому.

Нові технології дозволяють змінювати географію виробництва. У зв'язку з розповсюдженням та можливостями 3-D моделювання, воно вже не є прив'язаним лише до конкретного місця чи певного заводу. Саме завдяки розвитку інженерно – комп'ютерної техніки є можливість працювати вдома, також розвиваються, так звані, «треті місця» для проведення зустрічей, комунікації і роботи, що призводить до зміни транспортного навантаження у містах.

Сучасні міста споживають надзвичайно велику кількість матеріалів і ресурсів. Потенційно міста пропонують більш ресурсно – ефективне життя, але тим самим, створюють головні проблеми, які полягають у порушенні ланцюга постачання. Однією з найважливіших проблем є необхідність щодо зменшення використання води та інших природних ресурсів. Прогнозовано, що до 2050 року окремі регіони зможуть знизити щорічне використання води річок та озер, якщо будуть враховувати необхідність зберігати та відновлювати природні ресурси [1, 2].

Досить гостро відбувається інтеграція та взаємозалежність інфраструктур енергетики, транспорту, побутових відходів та води. Сьогодні на перший план виходить можливість щодо покращення ефективності і якості надання послуг. Серед найбільш важливих питань є скорочення величезної кількості відходів, які місто продукує щодня.

Перспективним у розвитку урбанізованого середовища є впровадження нових типів транспорту для мобільності міського населення – використання невеликого за своїми розмірами, автономного, з незначними викидами вуглецю індивідуального транспорту, популярними залишаються велосипеди та електротранспорт різної модифікації.

Слід зауважити загальну тенденцію щодо щільності та компактності міст, особливо в центрі, тому необхідним є проведення озеленення, що матиме значний вплив на здоров'я усіх мешканців та покращить загальний архітектурно – композиційний обрис міста.

Перспективною є практика впровадження різних видів міського управління. Дедалі важливішу роль у містах відіграватиме «інтернет речей» - це є мережа об'єктів, які завдяки сучасним технологіям взаємодіють між собою і з навколишнім світом. В умовах існуючої реальності, спостерігається суспільна мобільність населення через соціальні мережі, що стало частиною нашого щоденного життя. В

загальному процесі управління містом роль його мешканців змінюється – вони отримують змогу брати безпосередню участь в обговореннях щодо міських просторів, у процесах їхнього перетворення. Загальний аналіз даних в реальному часі дає можливість ефективніше керувати усіма процесами, які відбуваються в місті. Покращення методів комунікації відбувається саме в умовах використання соціальних мереж.

Основними завданнями та викликами, які постануть перед містами в майбутньому це ріст населення, а також проблеми, які взаємопов'язані з іншими аспектами урбанізованого розвитку міст. Серед основних можна виділити наступні: як і де міста можуть розмістити мешканців, кількість яких зростатиме протягом наступних 50 років; зміна життєвих стандартів міського населення; конкурентність, яка пов'язана з можливістю міст бути продуктивними і конкурентними в умовах нових економічних можливостей; підхід до стандартів здоров'я та чистоти середовища, а саме: як зробити міста більш екологічними та безпечними; аналіз та регулювання наявних зв'язків, а саме: чи потрібно і як саме розвивати зв'язки між містами. Отже, саме комплексне вирішення усіх цих питань дасть можливість уникнути проблем пов'язаних з розвитком урбаністичного середовища в майбутньому.

Висновки.

Проведено аналіз можливостей розвитку урбанізованого середовища, що підтверджує передумови функціонування різних типів та систем населених місць із врахуванням особливостей їх формування.

Проаналізовано способи та методи управління системами міського середовища та визначено їхній вплив на формування мегаполісів.

Для покращення умов функціонування урбаністичного середовища необхідним є створення загального інформаційного ресурсу, який буде доступний для різних категорій його мешканців.

References

1. Ofitsiyni sait zhurnalu «Korydor» – Rezhym dostupu: <http://www.korydor.in.ua/ua/ideas/smart-cities>.
2. Ofitsiyni sait zhurnalu «Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy» - Rezhym dostupu: <https://iie.org.ua/visnik-ekonomichnoyi-nauki-ukrayini/>
3. ДБН В.2.2 – 12:2018 «Planuvannia i zabudova terytorii»
4. ДБН В.1.1-22:2017 «Sklad ta zmist planu zonuvannia terytorii»

Список використаної літератури

1. Офіційний сайт журналу «Коридор» – Режим доступу: <http://www.korydor.in.ua/ua/ideas/smart-cities.html>
2. Офіційний сайт журналу «Вісник економічної науки України» - Режим доступу: <https://iie.org.ua/visnik-ekonomichnoyi-nauki-ukrayini/>
3. ДБН В.2.2 – 12:2018 «Планування і будова територій»
4. ДБН В.1.1-22:2017 «Склад та зміст плану зонування територій»

**МІЦНІСТЬ БЕТОНУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПЛАСТИФІКАТОРА
«БІОПЛАСТ-1»**

**CRACK RESISTANCE OF CENTRALLY STRETCHED COMBINED
RE-ENFORCED REINFORCED CONCRETE ELEMENTS**

Кислюк Д.Я. к.т.н., доц., Самчук В.П. к.т.н., доц. Чапюк О.С., к.т.н., доц., Дробишинець С.Я. к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк), Савенко В. І. к.т.н., професор (Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ)

Kysliuk D.Y., Ph.D.in Engineering, Associate Professor, Samchuk, V.P., Ph.D.in Engineering, Associate Professor, Chapiuk O.S Ph.D.in Engineering, Associate Professor Drobysynets S.Y. Ph.D.in Engineering, Associate Professor, (Lutsk National Technical University) Savenko V.I. Ph.D.in Engineering, Professor (Kyiv National University of Construction and Architecture)

У роботі досліджено можливості використання пластифікуючої екологічної добавки «Біопласт», вплив на рухливість бетонних сумішей та міцність бетонів, які масово використовуються для виготовлення збірних залізобетонних конструкцій. Встановлено, що застосування біотехнологічного пластифікатора «Біопласт» підвищує рухливість бетонної суміші, сприяє збільшенню класу бетону. Приріст міцності бетону з добавкою «Біопласт-1БЛ» складає 14% і 10% – з добавкою «Біопласт-1Б». При витраті пластифікатора 0,5% від ваги цементу в перерахунку на суху речовину.

When laying monolithic building structures in the formwork, the vast majority of concrete are made using plasticizers, which increase their mobility, ease of installation, reduce energy and labor costs.

The plasticizer is made on the basis of ecologically safe biopolymers which form useful, safe microorganisms - cellulose type, lignin-pectin type (microfibers), alkaline earth metals (calcium), alkali metals (potassium, sodium), hydrocarbon, protein type (polymer molecules), phosphorus compounds and other. Bioplast-1 is a thick syrupy liquid of brown color with a concentration of 50 - 60%, density 1.25 - 1.29 g/cm³. It is used for the manufacture of precast reinforced concrete prestressed and monolithic structures, for operation in non-aggressive and aggressive water and gas environments. The use of plasticizer can increase the mobility of concrete by 8 - 12 cm relative to the initial settling of the cone (OK) relative to concrete mixtures without additives (OK 2 - 4 cm). Consumption is 0.15 - 0.5% by weight of cement in terms of dry matter. The action of the additive can reduce water consumption by 13% at a cement consumption of 300 to 550 kg per 1 m³ of concrete mix.

The influence of the plasticizing ecological additive "Bioplast-1" Bioplast-1BL and Bioplast-1B on the mobility of the concrete and the strength of concrete cubes is considered in the work. The paper also establishes the criteria and properties of plasticizers on the properties of concrete mixtures and strength characteristics of concrete that are widely used for the manufacture of prefabricated structures .

The work was performed in two stages: to study the plasticizing effects of Bioplast additives on the concrete mixture; and in the second stage included determining the effect of the additive on the strength of concrete.

The new study of the effectiveness of the additive Bioplast-1BL, Bioplast-1B was performed to determine the effect for which it is intended. It is investigated that the biotechnological plasticizer "Bioplast" increases the mobility of the concrete mixture, increases the strength of concrete. The increase in concrete with the addition of "Bioplast-1BL" is 14% and 10% with the addition of "Bioplast-1B". When the consumption of plasticizer 0.5% by weight of cement in terms of dry matter.

Ключові слова: пластифікатори, біотехнологічна добавка, міцність на стиск, рухливість бетонної суміші.

Keywords: plasticizer, biotechnological additive, compressive strength, mobility of concrete mix.

Поряд з пластифікуючими комплексними добавками, які є на ринку будівництва, з'явилися нові ефективні пластифікатори, що дозволяють отримувати необхідні властивості бетонів для різного призначення. Але випуск таких добавок обмежений, висока вартість цих добавок стримує їх широке використання.

ТЗОВ «Мікробіопром» у м. Луцьку організувало виробництво біотехнологічного пластифікатора для бетонів, цементних розчинів та інших будівельних розчинів Біопласт.

Пластифікатор «Біопласт-1» виготовлений на основі екологічно безпечних біополімерів, що утворюють корисні, безпечні мікроорганізми – целюлозного, лігнін-пектинового (мікрволокна), вуглеводневого, білкового (полімерні молекули) типу, лужних (калій, натрій), лужноземельних (кальцій, магній) металів, фосфорних сполук та інших компонентів. Вигляд і біохімічний склад добавки був встановлений Науково-виробничою біотехнологічною фірмою Мікробіопром.

Дане дослідження є продовженням вивчення характеристик та впливу добавки «Біопласт-1» на властивість бетонних сумішей та міцнісні характеристики різних бетонів, які виконувались в лабораторії Луцького НТУ[1,2]. Досліджено дві модифікації пластифікатора: Біопласт-1БЛ і Біопласт-1Б. Хімічний склад їх дещо відрізняється один від одного. «Біопласт-1» - густа сиропоподібна рідина коричневого кольору з концентрацією речовин 50 - 60%, густиною 1,23 - 1,27 г/см³. Згідно досліджень [1,2] застосування пластифікатора може збільшувати рухливість бетонів на 8 – 12 см відносно контрольного вимірювання осідання конуса (ОК) сумішей без добавок (ОК 2 - 4 см). Витрата добавки

складає 0,15 - 0,5% від маси цементу при перерахунку на суху речовину. Дія пластифікатора може зменшувати витрату води на 13% при витратах на 1 м³ бетону цементу від 300 до 550 кг.

Даним дослідженням ставилось за мету експериментально встановити вплив пластифікуючої добавки Біопласт-1 на властивості бетонних сумішей та міцнісні характеристики бетонів, які масово використовуються для виготовлення збірних конструкцій.

Програмою випробувань було передбачено виготовити та випробувати 3 партії бетонних зразків для дослідження кубикової міцності бетону у віці 7 діб та 28 діб.

Для виготовлення бетонних зразків склад бетонної суміші приймався для бетону С12/15 згідно технологічних розрахунків заводу залізобетонних конструкцій. Водоцементне відношення для дослідження добавок приймають так, щоб забезпечити однакову консистенцію з контрольними зразками ОК=2-4 см. Для всіх зразків використовувався портландцемент з марки М 500 виробництва ПАТ Волинь-Цемент. В якості заповнювачів використовувався щебінь фракції 5 – 20 мм та кварцовий пісок із модулем крупності 1,8 ...2,0.

Дозування біотехнологічного пластифікатора «Біопласт-1» Біопласт-1БЛ, Біопласт-1Б виконувалось згідно [3]. При виготовленні бетону додавали пластифікатор концентрацією 0,5% від маси цементу при перерахунку на суху речовину. Перед вкладанням у форму суміш випробовувалась згідно з ДСТУ – вимірювалась рухливість бетонної суміші [4].

Згідно з програмою, було виготовлені:

1. Куби контрольні (КК), В/Ц = 0,55.
2. Куби з добавкою пластифікатора «Біопласт-1БЛ » (КБЛ), В/Ц = 0,45.
3. Куби з добавкою пластифікатора «Біопласт-1Б» (КБ), В/Ц = 0,45.

Випробування бетонних сумішей однакової консистенції відбувалось за зменшення водоцементного відношення в бетоні з добавкою Біопласт-1 з В/Ц=0,55 до В/Ц=0,45.

Рухливість контрольної бетонної суміші без пластифікатора складала ОК = 4,0 см (рис. 1). Введення добавки Біопласт-1БЛ, Біопласт-1Б в кількості 0,5% призводить до зниження витрати води в бетонній суміші, у різниці з контрольною складала ВРЕ = 18%, ВРЕ = 9%.

За критерієм ефективності ці значення відповідають супер водоредукуючим добавкам та підтверджені попередніми дослідженнями.

Випробування бетонної суміші з використанням пластифікатора Біопласт-1БЛ і Біопласт-1Б, показало осідання конуса 3,0 см та 2,5 см, відповідно. Отже, використання в бетонах добавки Біопласт-1БЛ та Біопласт-1Б дозволяє знизити витрати води на 18% та 9% відповідно і забезпечити рухливість бетону на рівні контрольних зразків (марка Р1 за легкоукладальністю).



а) Осадка конуса (КК)



б) Осадка конуса (КБЛ)



в) Осадка конуса (КБ)

Рис. 1. Осадка конуса

Механічні (кубова міцність) характеристики бетону при одноразовому навантаженні визначались за стандартною методикою згідно з програмою випробувань. Випробовування кубів на стиск виконували на пресі ИП-1000 (з ціною поділки 1,0 кН). Відповідні результати випробувань міцності бетону у віці 7 і 28 діб наведено в таблиці 1.

Випробування контрольних кубиків (КК) показало у віці 7 діб міцність $f_{cm,cube} = 24,61$ МПа. У віці 28 діб виконане випробування

відповідних бетонних кубів, що показало суттєве збільшення міцності бетону. Приріст в середньому склав 35%, а міцність становила $f_{cm,cube} = 32,67$ МПа.

Таблиця 1

Результати випробувань

№	Вид бетонних зразків	Осідання конуса, см	Міцність бетону $f_{cm,cube}$ МПа		Приріст міцності бетону Δf_{cm} %	
			7 днів	28 днів	7 днів	28 днів
1	Куби контрольні (КК-1)	4,0	24,61	32,67	0	0
2	Куби з добавкою «Біопласт-1БЛ» (КБЛ)	3,0	31,34	37,35	29,7	14,3
3	Куби з добавкою «Біопласт-1БЛ» (КБ)	2,5	26,62	36,15	10,2	10,7

Пряма залежність між підвищенням міцності та зменшенням вмісту води в бетоні. Міцність бетонних кубів із використанням добавки Біопласт-1БЛ зі зменшенням водоцементного відношення збільшується. Так, міцність бетонних кубів КБЛ у віці 28 діб збільшується на 14% і рівна $f_{cm,cube} = 37,35$ МПа, при застосуванні пластифікатора Біопласт-1Б міцність становила $f_{cm,cube} = 36,15$ МПа, тобто більша на 10% від кубикової міцності контрольних зразків.

Наведені результати досліджень бетонних кубиків у віці 7 діб показали аналогічний ефект (див табл. 1). Міцність бетонних кубів КБЛ збільшується на 30% і рівна $f_{cm,cube} = 31,34$ МПа, кубів КБЛ міцність становила $f_{cm,cube} = 26,62$ МПа, більша на 10% при використанні таких самих концентрацій пластифікатора (рис. 2). Отже, пластифікатор Біопласт-1БЛ має критерії сильноводоредукуючої добавки, а Біопласт-1Б – водоредукуючої за ДСТУ Б В.2.7-171[5]. При вмісті добавок 0,5% від маси цементу в перерахунку на суху речовину.

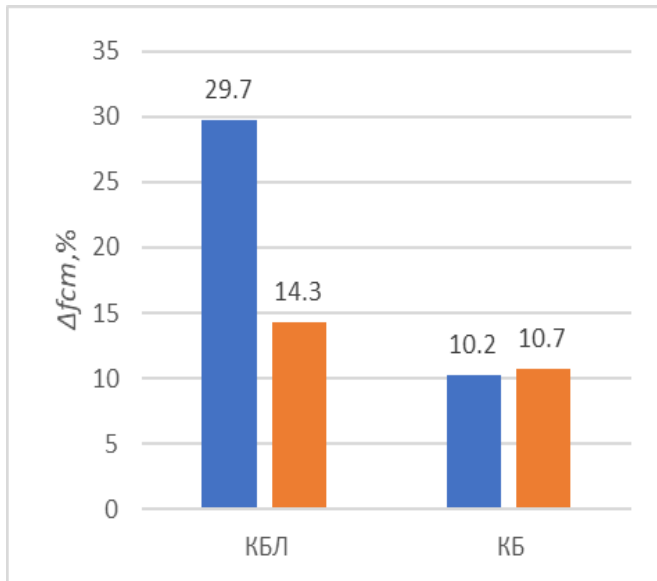


Рис. 2. Приріст міцності бетонної суміші у віці:
■ – 7 днів; ■ – 28днів.

Висновки

1. Встановлено, що біотехнологічний пластифікатор «Біопласт-1» підвищує рухомість бетонної суміші, сприяє зростанню міцності бетону. Приріст міцності важкого бетону з добавкою Біопласт-1БЛ складає 14% та 10% з добавкою Біопласт-1Б, при витраті 0,5% від маси цементу в перерахунку на суху речовину.

2. Біотехнологічний пластифікатор Біопласт-1БЛ знижує водопотребу бетонної суміші на 18%, а Біопласт-1Б – на 9% і зберігає задану рухливість.

References

1. Kysliuk D.Ia., Rotko S.V., Kantseliarchyk O.M., Petrychuk R.M. Doslidzhennia vplyvu zastosuvannia plastyfikatora Bioplast na vlastyvoli betonnoi sumishi. Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi: zb. nauk. prats Lutsk: Lutskyi NTU, 2019. – Vyr. 11. – S. 31-37.

2. Kysliuk D.Ia., Chapiuk O.S., Samchuk V.P., Rotko S.V., Savenko V. I. Doslidzhennia vodoredukuuiuchoho efektu betonnoi sumishi pry zastosuvanni

plastyfikatora bioplast. Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi: zb. nauk. prats Lutsk: Lutskiy NTU, 2019. – Vyp. 12. – S. 67-73.

3. DSTU-N B V.2.7-175:2008 Budivelni materialy. Nastanova shchodo zastosuvannya khimichnykh dobavok u betonakh i budivelnykh rozchynakh – Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2010

4. DSTU B V.2.7-114-2002 Sumishi betonni. Metody vyprobuvan Kyiv:, 2002.

5. DSTU B V.2.7-171:2008 Dobavky dlia betoniv i budivelnykh rozchyniv.– Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2010.

Список використаних джерел

1. Кислюк Д.Я., Ротко С.В., Канцелярчик О.М., Петричук Р.М. Дослідження впливу застосування пластифікатора Біопласт на властивості бетонної суміші. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць - Луцьк: Луцький НТУ, 2019. – Вип. 11. – С. 31-37.

2. Кислюк Д.Я., Чапюк О.С., Самчук В.П., Ротко С.В., Савенко В.І. Дослідження водоредуруючого ефекту бетонної суміші при застосуванні пластифікатора біопласт. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць - Луцьк: Луцький НТУ, 2019. – Вип. 12. – С. 67-73.

3. ДСТУ-Н Б В.2.7-175:2008 Будівельні матеріали. Настанова щодо застосування хімічних добавок у бетонах і будівельних розчинах – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010

4. ДСТУ Б В.2.7-114-2002 Суміші бетонні. Методи випробувань Київ:, 2002.

5. ДСТУ Б В.2.7-171:2008 Добавки для бетонів і будівельних розчинів.– Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.

**РЕВІТАЛІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
ОДНОПОЯСНИХ СІТЧАСТИХ МЕТАЛЕВИХ КУПОЛІВ ТА
ОСОБЛИВІСТЬ ЇХ РОБОТИ**

**REVITALIZATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES USING
SINGLE-LAYER MESH METAL DOMES AND THE PECULIARITY OF
THEIR WORK**

**Коломійчук Г.П., к.т.н., доцент, Майстренко О.Ф., к.т.н., доцент,
Коломійчук В.Г., аспірант, Коломійчук В.Г., магістр (Одеська
державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)**

**Kolomiychuk G.P., PhD., associate professor, Maistrenko O.F., PhD.,
associate professor, Kolomiichuk V.G., postgraduate student, Kolomiichuk
V.G., master (Odessa State Academy Civil Engineering and Architecture,
Odessa)**

У світовій практиці будівництва широке розповсюдження знаходить ревіталізація будівель і споруд з використанням пологих однопоясних сітчастих металевих куполів. Пологи куполи дозволяють утворювати менший будівельний об'єм, але їх робота під дією навантаження значно ускладнюється. І на сьогодні не достатньо вирішені проблеми розрахунку стійкості таких куполів.

During the revitalization, a set of works is carried out, providing for the preservation of the architectural appearance of buildings with the creation of internal filling and interiors and engineering and technological equipment in accordance with modern standards and requirements. In world practice, there are many unique examples that clearly demonstrate the specifics of these works with the use of metal domes. The effectiveness of dome coverings is known, but there are still unresolved issues that are partially considered in this work.

Examples of revitalization of buildings and structures using metal domes of coatings include: - a glass cone over a shot tower in Melbourne; - a glass dome with a mirrored cone and ramps in the revived Reichstag in Berlin; - glass domes over the gas meters in Vienna; - The glass dome of the Takamatsu Marugamecho shopping area in Japan; - the dome over the bullring in Khetiv.

Most often, shallow metal mesh domes are used in construction practice. Such structures make it possible to form a smaller building volume, but their work becomes much more complicated under the action of a load. And to date, the problems of calculating the stability of such domes have not been sufficiently resolved. The main reason is the discrepancy between the experimental data and the performed calculations. The actual shape and position of the mesh dome nodes, as well as its real stress-strain state during operation differs from the state developed by the project. The accumulated deviations of the dome geometry during its installation, manufacturing defects and

damage received during operation significantly change the ideal design scheme used in the calculations and increase the probability of buckling.

The impossibility of erecting such structures with ideal geometric parameters due to errors arising from objective reasons is noted. These errors lead to the complication of the connection of the mounting structural elements of the domes in the nodes.

It is shown how large the differences in assessing the safety of a structure can arise if the standard deviation of a random variable responsible for the imperfection of the arrangement of nodes is incorrectly estimated.

Reliable unloading analysis is vital to ensure that the large span structure is reliably loaded into its design position. Potential failure caused by manufacturing defects and local effects such as defective welding and bolting can be detected and prevented in advance.

Research on the progressive destruction of spatial structures is not enough. The main reason for this: it is intuitively believed that spatial structures have a large number of duplicate elements and the ability to redistribute efforts. However, it has been demonstrated that failure of some critical elements can lead to progressive destruction of spatial structures.

To obtain the relationship between the critical load of buckling and the amplitude of the initial imperfections, the known results of experimental studies were used, where the accuracy was high in measuring imperfections and in carrying out loading of spherical shells. The obtained dependence allows introducing corrections for the value of the critical load of buckling of mesh domes, where the following is used as the initial data: - reduced dome thickness; - the largest amplitude of the measured initial imperfections of the shape after the erection of the structure at the construction site.

Ключові слова: ревіталізація, одноповерховий сітчастий металевий купол, дефекти при виготовленні, недосконалість форми, стійкість.

Keywords: revitalization, single-layer mesh metal dome, manufacturing defects, shape imperfection, stability.

Вступ. Під час ревіталізації виконується комплекс робіт, що передбачає збереження архітектурного образу будівель, відповідно до сучасних норм та вимог. У світовій практиці є багато унікальних прикладів, котрі наглядно демонструють специфіку вказаних робіт із застосуванням металевих куполів. Ефективність купольних покриттів відома, але є ще невирішені питання, які частково розглядаються в даній роботі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Визначною пам'яткою Мельбурну є дроболиварна вежа - Шот Тауер (Shot Tower). Вона була побудована в 1890 році і оточена складами. Під час розвитку Мельбурна, інші будівлі знесені, але історично значуща 50-метрова Shot Tower збережена і була покрита 77-метровим конічним скляним куполом торгового центру Melbourne Central [1]. Скляний купол – найбільша конструкція такого типу у світі (рис. 1). Його діаметр 80 м, важить 490 т.

Купол відродженого Рейхстагу – чудова напівсфера (рис. 2), створена з міцного скла та металу – своєрідна тераса діаметром 40 м та висотою

23,5 м [2]. Один пандус усередині купола призначений для підйому, інший – для спуску. Протяжність спіралі – 230 м, ширина – 1,8 м. Загальна вага купола становить 1200 т, а площа скляної поверхні – близько 3000 м². На даху, у куполі, одночасно перебуває тисяча людей. Під його вершиною – оглядовий майданчик, звідки відкривається кругова панорама Берліну. Купол улаштований так, що відвідувач бачить не лише панораму міста, а й залу засідань парламенту. Сучасний купол – частина екоенергосистеми будівлі. В середині нього – конус із 360 дзеркал у 30 рядів. З їхньою допомогою до зали парламенту потрапляє денне світло. Комп'ютерна програма регулює нахил дзеркал так, щоб за будь-якої погоди створювалося ідеальне освітлення. Гігантська лійка-конус забезпечує вентиляцію будинку взимку з мінімальними втратами тепла. Архітектор Норман Фостер на основі старої величної споруди створив зручний простір для роботи парламенту, зберігши історичні риси.



Рис. 1. Скляний купол над дроболиварною вежею в Мельбурні



Рис. 2. Скляний купол над Рейхстагом у Берліні

Унікальним прикладом є ревіталізація промислових споруд газосховищ (газгольдерів) в місті Відні (Австрія) для громадського призначення (рис. 3). Газгольдери представляють собою чотири циліндричні споруди обсягом близько 90,0 тис. м³, висотою 70 м та перетином 60 м, кожна [3]. Навкруги так званого «морого» газгольдера влаштовані цегляні стіни. Вказані споруди були збудовані в 1896-1899 роках. У 1984 році вони перестали експлуатуватися.



Рис. 3. Скляний купол над газометром у Відні

Визначною пам'яткою відродженого торгового району Такамацу Маругамематі є новаторський дизайн простору круглої площі, вкритої величезним кришталевим куполом [4]. Купол збудований влітку 2007 року, має діаметр 26 м і висоту 32 м, що робить його найбільшим у Японії (рис. 4).



Рис. 4. Скляний купол торгової площі Такамацу Маругамечо

В Хатіві (Іспанія) виконано ревіталізацію арени для бою биків з улаштуванням покриття над трибунами у вигляді металевого куполу (рис. 5). Оболонка покриття зведена за допомогою нового способу «Pantadome System» [5]. Купол сферичної форми з центральним отвором діаметром 42 м і зовнішнім діаметром 101,6 м, опертий на 44 колони, розподілені по колу діаметром 86,4 м.



Рис. 5. Ревіталізована арена для бою биків у Хатіві

Цілі і завдання. Виконати аналіз нових досліджень по застосуванню однопоєсних сітчастих куполів в ревіталізації будівель і споруд.

Основна частина. Купол – найбільш раціональне покриття в будівлях та спорудах круглої форми. Найчастіше в практиці будівництва застосовуються пологі металеві сіткові куполи. Такі конструкції дозволяють утворювати менший будівельний об'єм, але їх робота під дією навантаження значно ускладнюється. І на сьогодні недостатньо вирішені проблеми розрахунку стійкості таких куполів. Основною причиною є розбіжність між експериментальними даними та виконаними розрахунками. Дійсна форма та положення вузлів сіткового купола, а також його реальний напружено-деформований стан у процесі експлуатації відрізняється від стану, розробленого проектом. Накопичені відхилення геометрії купола під час його монтажу, дефекти при виготовленні та пошкодження, отримані під час експлуатації, значно змінюють ідеальну розрахункову схему, що використана в розрахунках, і збільшують ймовірність втрати стійкості.

У роботі [6] на основі аналізу процесу зведення двопоєсних металевих куполів показано причини появи початкових зусиль у елементах купола. Вказано на необхідність використання при монтажі підгоночних

операцій, що супроводжуються силовими впливами та призводять до появи початкових зусиль через похибки. Запропоновано та підтверджено розрахунками конкретного куполу методику комп'ютерного моделювання силового усунення можливих похибок його монтажу.

У роботі [7] виконана спроба оцінити вплив недосконалості розташування вузлів на надійність купола. Аналіз стосується однопоясного сталевого сіткового купола, який дуже чутливий до прориву вузла. Траєкторію навантаження-переміщення конструкції визначали за допомогою програми MCE-Krata. Для визначення ймовірності відмови, індексу надійності та індексу еластичності застосовано метод апроксимації методу надійності першого порядку. Аналіз надійності проводився за допомогою програмного забезпечення Numpress Explore, розробленого в Інституті фундаментальних технологічних досліджень Польської академії наук у Варшаві. У цій роботі показано, наскільки великі відмінності в оцінці безпеки конструкції можуть виникнути, якщо неправильно оцінити стандартне відхилення випадкової величини, що відповідає за недосконалість розташування вузлів.

Більшість збудованих сітчастих оболонок характеризуються одним або декількома вільними краями, які виникають в результаті обрізання опорної поверхні сітчастої оболонки, щоб забезпечити доступ до будівлі або інтегрувати сітчасту оболонку в існуючі конструкції [8]. Досі лише кілька наукових систематичних досліджень було присвячено впливу пружних граничних структур на стійкість сітчастих оболонок. Дане дослідження спрямоване на заповнення деяких прогалин у цій проблемі. Для цього проаналізована ідеальна гібридна одношарова сітчаста оболонка з вільним краєм та неактивним вигином. Чутливість сітчастої оболонки до згинальної жорсткості граничної арки та до зсуву жорсткості гратчастої оболонки досліджена за допомогою параметричного аналізу, який був виконаний з використанням чисельних експериментів.

При проектуванні покриттів із великим прольотом традиційний метод проектування стикається з багатьма труднощами, такими як невизначеність ефективної довжини вигину [9]. Виявлено, що проведено недостатньо роботи з аналізу розвантаження конструкцій під час зведення. Надійний аналіз розвантаження є життєво важливим, щоб забезпечити надійне навантаження великопролітної конструкції до свого проектного положення. Потенційний збій, спричинений дефектами виробництва та місцевими ефектами, такими як дефектне зварювання та болтове кріплення, можна завчасно виявити та запобігти йому. Ризик руйнування великопролітної конструкції можна усунути. Напругу фіксації можна звести до мінімуму, щоб уникнути потенційних збитків та пошкодження постійної конструкції. Запропоновано прогресивний синхронізований метод розвантаження для великопролітних конструкцій під час процесу зведення.

У статті [10] описуються експерименти та аналіз повної поведінки неглибоких геодезичних гратчастих куполів після втрати стійкості. Хоча окремі елементи є прямими, їх геометричне розташування наближається до вигнутої поверхні, а типова поведінка сильно нелінійна, включаючи можливість раптових стрибків, при яких може відбуватися кілька переривчастих поштовхів від рівноважної одної конфігурації до іншої. Ряд неглибоких куполів було виготовлено за допомогою 3D-принтера та протестовано з використанням датчика навантаження та лазерного датчика наближення. На відміну від більшості попередніх досліджень, замість шарнірних або напівтвердих з'єднань, досліджувані решітки включають з'єднання, що передають момент, і фіксовані граничні умови по периметру. Таким чином, вигин є домінуючим видом деформації при бічному навантаженні, і на практиці можливі пов'язані моделі нестійкості. Повна залежність навантаження від усунення і множинні рівноважні конфігурації демонструються як у експерименті, так і у моделюванні. Експериментальні дані показують тісну кореляцію з нелінійним аналізом кінцевих елементів за допомогою методів відстеження шляху. Подано типові характеристики поздовжнього вигину елемента та його вплив на критичне навантаження. Зроблено висновки щодо симетрії та геометричної чутливості.

Хоча конструкції спроектовані так, щоб бути симетричними, їхня симетрія порушується незабаром після початкової лінійної стадії. Як правило, спочатку асиметричним стає внутрішній шестикутник, а потім зовнішні трикутники. Як і очікувалося, в експерименті спостерігається значна асиметрія. Приблизний кут разом із модальними зміщеннями використовується як міра асиметрії. Обидва результати добре узгоджуються з чисельним прогнозом.

Найглибший купол (структура С) показує дуже хорошу відповідність між чисельними та експериментальними результатами як якісно, так і кількісно. У той час, як для найдрібнішого купола (структура А) згода між експериментом та моделюванням менш вражаюча. Варто відзначити, що в експерименті є ряд чутливостей, крім загальних геометричних недоліків, наприклад, невелика невизначеність модуля Юнга, невелика зміна геометрії поперечного перерізу, можливість сповзання і плинність матеріалу при високих навантаженнях.

Аварії прогресуючого обвалення однопоясних сітчастих куполів серйозно загрожують громадській та соціальній безпеці. Структурна цілісність та здатність протистояти поступовому руйнуванню стають важливими вимогами при проектуванні конструкцій. Kiewitt Lamella і геодезичні однопоясні сітчасті куполи типові для куполів, що використовуються у великих громадських об'єктах. У роботі [11] проведено експериментальне дослідження та чисельне моделювання, щоб зрозуміти механізм перерозподілу внутрішніх сил під час прогресуючого обвалення куполів. Визначено та перевірено три ефективні методи оцінки

опору прогресуючому обваленню та критичного зміщення. Результати показують, що і купол Kiewitt Lamella, і геодезичний купол зазнають проривного обвалення. Обвалення купола Kiewitt Lamella було викликане несподіваною локальною нестабільністю навколо елементів початкового руйнування, тоді як обвалення геодезичного купола було результатом швидкої зміни вузлового зміщення та різкого зниження жорсткості конструкції.

Прогресуюче обвалення - це поширення початкового локального руйнування від елемента до елемента, що в кінцевому підсумку призводить до обвалення всієї конструкції або непропорційно великої її частини. В останні роки повідомлялося про деякі серйозні аварії з прогресуючим обваленням конструкцій, викликані землетрусами, екстремальними погодними умовами або терактами. В результаті були проведені всебічні дослідження для вивчення здатності цих структур чинити опір прогресуючому руйнуванню. Досліджень прогресуючого руйнування просторових структур мало. Основною причиною цього є така: інтуїтивно вважається, що просторові конструкції мають велику кількість дублюючих елементів та здатність до перерозподілу зусиль. Однак, було продемонстровано, що відмова деяких критичних елементів може призвести до прогресуючого руйнування просторових конструкцій. Оскільки просторові споруди зазвичай служать громадськими об'єктами, їхня здатність протистояти руйнуванню безпосередньо пов'язана з суспільною безпекою та соціальним забезпеченням. Отже, існує гостра потреба у подальших дослідженнях механізму прогресуючого обвалення просторових конструкцій.

Теорія тонкостінних оболонок є одним з найбільш детально вивчених розділів механіки. Однак, незважаючи на її рівень опрацювання, в даний час ще залишаються невирішені проблеми. Однією з них є проблема, яка полягає у відсутності достатнього обґрунтування причин розбіжності теоретично і експериментально знайдених критичних навантажень втрати стійкості для тонкостінних оболонок.

Виходячи зі складнощів досліджень стійкості, для побудови залежності між критичним навантаженням втрати стійкості та амплітудою початкових недосконалостей і використання її в інженерних розрахунках сітчастих куполів, було обрано такий підхід [12]. На геометрію виготовленого сферичного куполу вводяться обмеження на амплітуду початкових недосконалостей. В якості таких обмежень можуть бути використані допуски відхилень геометрії на виконання будівельно-монтажних робіт. Для отримання залежності між критичним навантаженням втрати стійкості та амплітудою початкових недосконалостей використані відомі результати експериментальних досліджень наведених вище авторів, а також ті, де була висока точність у вимірах недосконалостей та в проведенні навантаження сферичних

оболонки. Отримана залежність, що дозволяє вводити поправки на величину критичного навантаження втрати стійкості сітчастих куполів, де в якості вихідних даних використовується приведена товщина купола, найбільша амплітуда вимірних початкових недосконалостей форми після зведення конструкції на будівельному майданчику.

Висновки і перспективи досліджень. Наведено приклади ефективного застосування металевих куполів в ревіталізації будівель і споруд. Розглянуті причини, які викликають значну розбіжність між проектними розробками та побудованими просторовими конструкціями, а також роботи, що направлені на зближення цих розбіжностей.

Можна зробити висновок, що розглянута досить складна проблема, яка є актуальною і потребує подальшого вивчення.

References

1. Melbourne Central's Heritage [Electronic resource]. - Access mode: URL : <https://www.melbournecentral.com.au/visitor-info/our-heritage>
2. Zdaniye Reykhstaga v Berline [Elektronnyy resurs]. – Rezhim dostupa: URL : <https://architectureguru.ru/reichstag-building-in-berlin/>
3. Gasometer Town Vienna, Austria. Apartment complexes built into huge repurposed natural gas tanks. [Electronic resource]. - Access mode: URL : <https://www.atlasobscura.com/places/gasometer-town>
4. Kupol torhovoyi vulytsi Takamatsu Maruhamecho [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu : URL : <https://www.projectdesign.jp/201503/pn-kagawa/001997.php>
5. Lazaro C. Detailing and construction of the pantadome roof structure for a bullring in Xativa (Spain) / C. Lazaro, A. Domingo // International Journal of Space Structures, 2010. – Vol. 25. – No. 4. – P. 229-241. DOI: [10.1260 / 0266-3511.25.4.229](https://doi.org/10.1260/0266-3511.25.4.229)
6. Lebed E.V. Nachalnye usulyia v dvukhpoyasnykh metallicheskykh kupolakh yz-za pohreshnostei yzgotovleniya y montazha ykh konstruktsyi / E.V. Lebed, A.A. Hryhorian // Vestnyk MHSU, 2015. – № 4. – S. 69-79.
7. Zabojszcza, Paweł & Radoń, Urszula. (2019). The Impact of Node Location Imperfections on the Reliability of Single-Layer Steel Domes. Applied Sciences. 9. 2742. 10.3390/app9132742.
8. Fiammetta Venuti, Luca Bruno, Influence of in-plane and out-of-plane stiffness on the stability of free-edge gridshells: A parametric analysis, Thin-Walled Structures, Volume 131, 2018, Pages 755-768, <https://doi.org/10.1016/j.tws.2018.07.019>.
9. Y P Liu, S J Pan, Simon W K Leung & S L Chan (2018) Design and construction of long-span single-layer dome structures by direct analysis, HKIE Transactions, 25:1, 29-43, DOI: 10.1080/1023697X.2017.1409663
10. Yue Guan, Lawrence N. Virgin, Daniel Helm, Structural behavior of shallow geodesic lattice domes, International Journal of Solids and Structures, Volume 155, 2018, Pages 225-239, <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2018.07.022>.

11. xu, Ying & Han, Qing-Hua & Parke, G.A.R. & Liu, Y.-M. (2017). Experimental Study and Numerical Simulation of the Progressive Collapse Resistance of Single-Layer Latticed Domes. Journal of Structural Engineering (United States). 143. 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001868.
12. Kolomiichuk H.P. Stіikist metalevykh odnopoiasnykh sitchastykh kupoliv z pochatkovymy nedoskonalostiamy / H.P. Kolomiichuk // Suchasni budivelni konstruksii z metalu ta derevyny. – Odesa: ODABA, 2019. – Vypusk №23. – S.42-50.

Список використаних джерел

1. Melbourne Central's Heritage [Electronic resource]. - Access mode: URL : <https://www.melbournecentral.com.au/visitor-info/our-heritage>
2. Здание Рейхстага в Берлине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL : <https://architectureguru.ru/reichstag-building-in-berlin/>
3. Gasometer Town Vienna, Austria. Apartment complexes built into huge repurposed natural gas tanks. [Electronic resource]. - Access mode: URL : <https://www.atlasobscura.com/places/gasometer-town>
4. Купол торгової вулиці Такамацу Маругамечо [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <https://www.projectdesign.jp/201503/pn-kagawa/001997.php>
5. Lazaro C. Detailing and construction of the pantadome roof structure for a bullring in Xativa (Spain) / C. Lazaro, A. Domingo // International Journal of Space Structures, 2010. – Vol. 25. – No. 4. – P. 229-241. DOI: [10.1260 / 0266-3511.25.4.229](https://doi.org/10.1260/0266-3511.25.4.229)
6. Лебедь Е.В. Начальные усилия в двухъярусных металлических куполах из-за погрешностей изготовления и монтажа их конструкций / Е.В. Лебедь, А.А. Григорян // Вестник МГСУ, 2015. – № 4. – С. 69-79.
7. Zabojszcza, Paweł & Radoń, Urszula. (2019). The Impact of Node Location Imperfections on the Reliability of Single-Layer Steel Domes. Applied Sciences. 9. 2742. 10.3390/app9132742.
8. Fiammetta Venuti, Luca Bruno, Influence of in-plane and out-of-plane stiffness on the stability of free-edge gridshells: A parametric analysis, Thin-Walled Structures, Volume 131, 2018, Pages 755-768, <https://doi.org/10.1016/j.tws.2018.07.019>.
9. Y P Liu, S J Pan, Simon W K Leung & S L Chan (2018) Design and construction of long-span single-layer dome structures by direct analysis, HKIE Transactions, 25:1, 29-43, DOI: 10.1080/1023697X.2017.1409663
10. Yue Guan, Lawrence N. Virgin, Daniel Helm, Structural behavior of shallow geodesic lattice domes, International Journal of Solids and Structures, Volume 155, 2018, Pages 225-239, <https://doi.org/10.1016/j.ijsolstr.2018.07.022>.
11. xu, Ying & Han, Qing-Hua & Parke, G.A.R. & Liu, Y.-M. (2017). Experimental Study and Numerical Simulation of the Progressive Collapse Resistance of Single-Layer Latticed Domes. Journal of Structural Engineering (United States). 143. 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001868.
12. Коломійчук Г.П. Стійкість металевих однопоясних сітчастих куполів з початковими недосконаlostями / Г.П. Коломійчук // Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини. – Оdesa: ОДАБА, 2019. – Випуск №23. – С. 42-50, doi:10.31650/2707-3068-2019-23-42-50.

УДК 624.044:624.041.6

**НЕСУЧА ЗДАТНІСТЬ ТА ДЕФОРМАТИВНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ І
КОНСТРУКЦІЙ З КЕРАМЗИТОБЕТОНУ НА
БАГАТОКОМПОНЕНТНОМУ В'ЯЖУЧОМУ**

**LOAD-BEARING CAPACITY AND DEFORMABILITY OF EXPANDED
CLAY CONCRETE ELEMENTS AND STRUCTURES ON
MULTICOMPONENT BINDER**

**Кравченко С.А., к.т.н., доц., Постернак О.О., к.т.н., доц.,
Столевич І.А., к.т.н., доц. (Одеська державна академія будівництва та
архітектури)**

**Kravchenko S.A., PhD in Engineering, Associate Professor, Posternak
A.A., PhD in Engineering, Associate Professor, Stolevich I.A., PhD in
Engineering, Associate Professor (Odesa State Academy of Construction
and Architecture)**

У статті наведені основні матеріали та експериментальні зразки, що використовуються у дослідженнях. Наведено основні склади керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому згідно проектної міцності для виготовлення експериментальної партії елементів та конструкцій. Отримано результати експериментальних досліджень несучої здатності, деформативності та тріщиностійкості згинальних елементів, стінових блоків в натуральну величину і фрагментів стінових панелей із керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому.

The main materials and experimental samples used in the studies and the results of their analysis are presented in the article. In the manufacture of samples, elements and structures, the developed technology of low-cement lime-containing concretes was used. This technology is based on the use of a four-component binder, which, in addition to portland cement and ground quicklime, also includes an active mineral additive (fly ash) and gypsum. The main compositions of expanded clay concrete on multicomponent binder according to design strength for manufacture of experimental batch of bent elements, wall blocks in full size and fragments of wall panels are presented. Results of experimental studies of bearing capacity, deformability and crack resistance of bent elements with dimensions 100x150x2000 mm made of expanded clay concrete on multicomponent binder and quartz sand with reinforcement with diameter of 10 and 12 mm were obtained.

The results of experimental studies of bearing capacity and deformability of fragments of wall panels made of expanded clay concrete on multicomponent binder and quartz sand with grid reinforcement with diameter of 6 mm were obtained. The results of investigation of bearing capacity, deformability and crack resistance of wall blocks in natural value of corresponding series 87 of expanded clay concrete on multicomponent binding and quartz sand are given. Comparative analysis of experimental data with theoretical data when considering issues of strength and deformability of the examined elements and structures made of expanded clay concrete on a multicomponent binder is shown. The possibility of using expanded clay concrete with a multicomponent binder in elements and structures of reduced material capacity and required durability has been proved with the simultaneous development of resource-saving technologies for their manufacture.

Ключові слова: несуча здатність, деформативність, тріщиностійкість, керамзитобетон, багатокомпонентне в'язуче

Keywords: bearing capacity, deformability and crack resistance, expanded clay concrete, multicomponent binder

Проблема використання легких бетонів є досить важливим завданням, оскільки передбачає вирішувати багато актуальних завдань сучасного будівництва в Україні та ЄС і одночасно вирішувати екологічні, ресурсозберігаючі та економічні проблеми за рахунок технологічних і техногенних відходів при застосуванні і виготовленні місцевих пористих заповнювачів і багатокомпонентних в'язучих.

Використання відходів промисловості у виробництві матеріалів і конструкцій призводить не тільки до утилізації, але й дозволяє отримати дешевий місцевий сировинний матеріал і сприяє охороні навколишнього середовища. Необхідність використання золошлакових відходів пов'язана з їх шкідливим впливом на навколишнє природне середовище. Розпилення золи ТЕС при її зберіганні у відвалах становить небезпеку для водного і повітряного басейнів. Поблизу відвалів погіршуються умови життя людей.

За останній час накопичилося багато досліджень міцності та деформативності легких бетонів і конструкцій на їх основі, наведені в роботах М.А. Ахматова, Є.М. Бабича, В.М. Вирового, Б.С. Комісаренко, Р.Л. Майляна, Л.П. Орендліхера, Н.Я. Співака, В.Г. Суханова, О.Б. Пірадова та інші.

На сучасному рівні значний внесок у розвиток бетонів з використанням шлаку і золи внесли Ш.Т. Бабаєв, Є.В. Гончікова, С.А. Висоцький, Л.І. Дворкін, О.Л. Дворкін, А.Г. Зоткін, М.Ю. Лещинський, Н.Р. Рузів та інші, але в основному ресурсозберігаючі питання за рахунок застосування промислових відходів при виготовленні

пористих заповнювачів і в'язучих розглядаються для важких бетонів і мала кількість наукових публікацій стосується легких бетонів.

Мета досліджень полягає в порівнянні експериментальних даних несучої здатності та деформативності елементів та конструкцій з керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому з теоретичними.

Відомо, що одним з найактуальніших завдань у діяльності будівельного комплексу країн є розвиток виробництва конкурентоспроможних виробів і конструкцій для житлових, цивільних і промислових будівель. Створення конструкцій зниженої матеріалоемкості і необхідної довговічності з одночасною розробкою ресурсозберігаючих технологій їх виготовлення – це один з основних напрямків успішного вирішення зазначеного завдання.

В ОДАБА (Одеській державній академії будівництва та архітектури) розроблена технологія малоцементних вапняновмісних бетонів. В основі даної технології лежить застосування чотирикомпонентного в'язучого, до складу якого, окрім портландцементу і меленого негашеного вапна, також входять активна мінеральна добавка (зола-винос) і гіпс, для виготовлення і дослідження згинальних елементів, партії великих зовнішніх стінових блоків і панелей [1].

Склади бетону для експериментальної партії згинальних елементів, великих зовнішніх стінових блоків, фрагментів стінових панелей наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Склад бетону

Міцність, МПа	Зразки [1,2,3]	Витрата матеріалів на 1 м ³ бетону							
		Цемент, кг/м ³	Вапно кг/м ³	Зола, кг/м ³	Керамзит, кг/м ³	Пісок, кг/м ³	Гіпс, кг/м ³	С-3, %	Вода, л
7,0	зовнішні	100	150	100	500	500	25	0,3	235
8,0	стінові	100	125	100	630	420	25	0,3	225
7,0	блоки	130	125	120	485	500	25	0,3	245
8,0		130	125	190	620	410	25	0,3	220
7,5	дослідні балки	100	100	100	460	200	25	0,3	170
20,1	фрагменти внутрішніх стінових панелей	220	150	200	460	200	25	0,3	230

Матеріали, які використані у дослідженнях для виготовлення перерахованих конструкцій, мають наступні характеристики:

- керамзитовий гравій 5...10 мм, нефракціонований Куліндоровського індустріального концерну "ІНТО-Строй", марки по насипній щільності М600, умовною міцністю в циліндрі, рівній 2,8 ... 3,0 МПа;
- пісок кварцовий Кременчуцького кар'єру;
- цемент М 400 Криворізького заводу-ДСТУ Б в.2. 7-112-2002;
- зола-винесення Ладжинської ТЕС-ГОСТ 25818-91;
- негашене вапно Куліндорівського заводу, у якому вміст активного окису кальцію СаО-75%;
- гіпс будівельний-ДСТУ Б в. 2. 7-104-2000;
- суперпластифікатор С-3-ГУ-2481-001-51831493-00.

Керамзитобетонну суміш укладали у форми і ущільнювали на вібростолі. Після витримки 2-4 год. відформовані вироби з контрольними зразками (куби, призми) завантажували в пропарювальні камери. Пропарку виробів виконували за температури 80°C. З кожного складу керамзитобетону виготовляли по два експериментальних елементи, по 6 кубів і 6 призм. Призми і куби випробовували після пропарювання і в день випробування конструктивного елемента [2].

Результати випробування:

1. Згинальні елементи - балки розмірами 100x150x2000 мм (табл. 2,3).

Випробування дослідних елементів-балок проводили у віці 90±5 діб з метою визначення їх несучої здатності, тріщиностійкості та деформативності. Дослідні руйнуючі моменти в балках 1 серії перевищують розрахункові, в середньому, на 1,5%, а в балках 2 серії – на 5,7%.

Таблиця 2

Серія	Познач.	$M_{и}^{докл}$, Нм	$M_{и}^{розр}$, Нм	$\frac{M_{и}^{докл} - M_{и}^{розр}}{M_{и}^{розр}} \times 100, \%$	$M_{срс}^{докл}$, Нм	$M_{срс}^{розр}$, Нм	$\frac{M_{срс}^{докл} - M_{срс}^{розр}}{M_{срс}^{розр}} \times 100, \%$
1	БК-1-1	5930	6060	2,1	2430	2594	6,3
	БК-1-2	6350		4,8	2710		4,4
	БК-1-3	5980		1,3	2460		5,1
2	БК-2-1	8170	7790	4,9	3100	2945	5,3
	БК-2-2	8300		6,5	3090		4,7
	БК-2-3	8230		5,7	3120		5,8

Таблиця 3

Серія	Марка балки	$\epsilon_{ст}^{докл} \cdot 10^{-5}$	$\epsilon_{ст}^{теор} \cdot 10^{-5}$	$\epsilon_{ст}^{докл} / \epsilon_{ст}^{теор}$
1	БК-1-1	115	118	0,97
	БК-1-2	124		1,05
	БК-1-3	121		1,02
2	БК-2-1	161	156	1,03
	БК-2-2	167		1,07
	БК-2-3	164		1,05

У процесі випробування згинальних елементів визначали деформації стиснутої зони бетону, деформації арматури, ширину розкриття тріщин і прогини. Дослідні значення деформацій стиснутої зони $\epsilon_{cm}^{досл}$ добре узгоджуються з розрахунковими $\epsilon_{cm}^{розра}$ [3]. Середні значення відношення $\epsilon_{cm}^{досл} / \epsilon_{cm}^{розра}$ для балок 1 і 2 серії відповідно дорівнюють 1,02 і 1,05. Проведеними дослідями встановлено збільшення значень $\epsilon_{cm}^{досл}$ зі зростанням кількості робочої арматури.

При збільшенні відсотка армування $\mu = 1,3\%$ (1 серія) до $\mu = 1,9\%$ (2 серія) деформації бетону стиснутої зони збільшуються в середньому у 1,56 разів. Дослідні значення деформацій арматури практично на всіх етапах завантаження менші від розрахункових на 25% для балок 1 серії і на 22% для балок 2 серії.

Перші тріщини з'явилися при навантаженнях, які склали для балок 1 серії $(0,30 - 0,36)M_u^{досл}$, а для балок 2 серії $(0,40 - 0,42)M_u^{досл}$. Ширина розкриття тріщин в зоні чистого вигину балок при експлуатаційному навантаженні перебувала в межах 0,07 – 0,16 мм і збільшувалася зі зменшенням відсотка армування. При цьому навантаженні її найбільше значення $a_{сгс} = 0,11$ мм було виявлено в балках 1 серії.

Дослідні прогини балок 1 і 2 серії при дії експлуатаційних навантажень склали відповідно 15,2 – 18,7 мм і 21,1 – 24,4 мм, а їх відношення до розрахункових $f^{досл} / f^{розра} = 1,06$ для балок 1 серії і $f^{досл} / f^{розра} = 1,08$ для балок 2 серії.

2. Фрагменти внутрішніх стінових панелей табл.4,5

Аналіз результатів випробування фрагментів стінових панелей у віці 29-41 діб показав, що практично всі вони задовольняють вимогам за несучою здатністю. Величини дослідних руйнуючих навантажень N_u , перевищують відповідні розрахункові на 3,7%. Це пов'язано з тим, що з ростом ексцентриситету додавання рівнодіючого вертикального навантаження N_u значно зменшується.

При проведенні досліджень фрагментів внутрішніх стінових панелей переміщення верхньої плити преса відбувалося у всіх випадках, при цьому відносні випадкові ексцентриситети становили $m = 0,0020-0,0087$. Проведений аналіз відносних випадкових ексцентриситетів вказує на високу однорідність керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому.

На початкових етапах навантаження в середній частині по висоті зразків були відзначені лише поздовжні деформації укорочення. До навантаження 0,9 N_u залежність між пружними прогинами і N_i / N_u була прямолінійна. Прогини зразків склали при 0,5 N_u від 0,32 до 0,48 мм і при 0,9 N_u від 0,90 до 1,12 мм, руйнування зразків сталося в середній частині по висоті.

3. Зовнішні стінові блоки (НСБ-1-1,2; СНБ-2-1,2; НСП-3-1,2, НСБ-4-1,2)[4] табл. 6,7.

На території Куліндорівського індустріального концерну було здійснено промислове виготовлення експериментальної партії стінових блоків серії 87 відповідно до проектного класу за міцністю на стиск В7,5 і маркою за середньою щільністю D1300 з керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому.

Таблиця 4

Серія зразків	Вік бетону τ , діб	Міцність при стиску, МПа		Початковий модуль пружності, $E_c \cdot 10^2$, МПа	Щільність, ρ , кг/м ³	$\frac{f_{cd}}{f}$	Відношення поточного модуля пружності до початкового модуля пружності		
		f	f_{cd}				$\frac{E_{0,5}}{E_c}$	$\frac{E_{0,8}}{E_c}$	$\frac{E_{0,9}}{E_c}$
ФП-1	29	19,8	19,2	118	1380	0,97	0,93	0,76	0,68
ФП-2	30	20,2	19,4	120	1380	0,96	0,89	0,76	0,66
ФП-3	35	20,1	19,1	116	1380	0,95	0,92	0,75	0,68
ФП-4	36	20,2	19,4	120	1380	0,96	0,89	0,75	0,67
ФП-5	40	20,0	18,8	119	1380	0,94	0,9	0,75	0,66
ФП-6	41	20,2	19,9	121	1380	0,99	0,9	0,75	0,66

Таблиця 5

Серія зразків	Руйнуюче навантаження на зразок N_u , кН	Розрахункове руйнуюче навантаження $N_u^{розр}$, кН	$\frac{N_u^{розр} - N_u}{N_u} \times 100\%$
ФП-1	910	852	-6,4
ФП-2	700	669	-4,5
ФП-3	780	746	-4,4
ФП-4	1140	1114	-2,3
ФП-5	920	889	-3,4
ФП-6	910	898	-1,3

Таблиця 6

№ складу	Вік, діб	Геометричні розміри блоків, мм			Міцність при стиску, МПа		Модуль пружності, МПа	Щільність, кг/м ³
		товщина, h	ширина, b	довжина, l	f	f_{cd}		
1	30	385	1210	2180	6,9	4,1	3158	1020
	34	388	1180		7,6	7,2	5280	1065
2	41	387	1183		5,1	4,8	3655	1090
	44	384	1182		6,8	6,5	4971	1120
3	49	386	1190		5,3	5,0	4362	1045
	51	389	1198		5,5	5,3	4543	1030
4	99	383	1183		7,9	7,4	6497	1180
	103	380	1195		6,2	5,9	5187	1155

Таблиця 7

Марка блока	Дослідні навантаження, кН		Теоретичне навантаження N_p^T , кН	Розрахункове навантаження N, кН	$\frac{N_p^{досл}}{N_p^T}$	$\frac{N_{erc}}{N}$	$\frac{N_{erc}}{N_p^o}$
	$N_p^{досл}$	N_{erc}					
НБС-1-1	189	189	182	124	1,04	1,52	1,0
НБС-1-2	326	326	311	258	1,05	1,26	1,0
НБС-2-1	216	216	209	195	1,03	1,11	1,0
НБС-2-2	282	252	279	258	1,01	0,98	0,89
НБС-3-1	234	182	218	195	1,07	0,93	0,78
НБС-3-2	250	182	234	195	1,07	0,93	0,73
НБС-4-1	340	340	316	258	1,08	1,32	1,0
НБС-4-2	280	240	253	195	1,11	1,23	0,86

Отримані дослідні руйнуючі навантаження $N_u^{досл}$ перевищують відповідні розрахункові значення $N_u^{розра}$ в середньому, на 5,7%. Перевищення дослідних руйнуючих навантажень над розрахунковими для більшості блоків визначалося тим, що вертикальна вісь випробуваних блоків переміщалося при руйнівному навантаженні незначно і, отже, ексцентриситети прикладання навантажень становили менше 10 мм.

Найбільше перевищення дослідних руйнуючих навантажень над розрахунковими склало 11% для блоку НБС-4-2 з міцністю 6,2 МПа і ОК=2 см, найменше 1% для блоку НБС-2-2 з міцністю 6,8 МПа і ОК=4 см.

При випробуванні зовнішніх стінових блоків дослідне навантаження тріщиноутворення перевищило відповідні розрахункові значення цього навантаження в середньому на 16%. Перші тріщини в блоках утворилися при навантаженні 0,9 $N_u^{досл}$ від руйнівного.

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Експериментально доведена технічна можливість використання конструкційно-теплоізоляційного керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому в стінових блоках та панелях цивільних будівель, які задовольняють нормативним вимогам за несучою здатністю, тріщиностійкістю і деформативністю.

2. Методика розрахунку бетонних згинальних елементів, центрально стиснутих і позацентрово стиснутих елементів, наведена в ДБН [5], може бути рекомендована для практичного розрахунку зовнішніх стінових блоків і фрагментів внутрішніх стінових панелей з керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому. Використання даної методики підтвердило хороший збіг дослідних і теоретичних руйнуючих навантажень.

3. За результатами досліджень у виробничих умовах можна рекомендувати використання керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому в конструкціях громадських та цивільних будівель.

References

1. Stolevych A.S. Konstruktsyonnye lehkye betony / A.S. Stolevych, S.V. Makarov, Y.A. Stolevych, K.M. Mady, S.A. Kravchenko // Visnyk ODABA : zb. nauk. prats. – Odesa, 2006. – vyp.21. – S. 246-255.
2. Kravchenko S.A. Yssledovanye svoystv konstruktsyonno-teplozolyatsyonnykh lehkykh betonov na porystykh zapolnyteliakh / S.A. Kravchenko, A.A. Posternak // Aktualnye nauchnye yssledovaniya v sovremennom myre: KhKhKhII Mezhdunar. nauchn. konf., 26-27 dekabria 2017 h., Pereiaslav-Khmelnyskiy. // Sb. nauchnykh trudov – Pereiaslav- Khmelnytskyi, 2017. – Выр. 12(32), ch. 1 – S.. 129-135.
3. Rozrakhunok i konstruiuvannya zalizobetonnykh balok : navchalnyi posibnyk / Ye.M. Babych, V.Ie. Babych. – 2-e vydannia. – Rivne : NUVHP, 2017. – 191s.
4. Kravchenko S.A. Keramzytobetonnye konstruktsyy na malotsementnom yzvestesoderzhashchem viazhushchem. / S.A. Kravchenko, K. Mady, Y.A. Stolevych, S.V. Makarov, A.S. Stolevych // Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk "Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy". – Rivne, 2006. – vyp.14. – S. 68 - 74.
5. DBN V.2.6-98:2009. Betonni ta zalizobetonni konstruktsii. Osnovni polozhennia. – Kyiv : Minrehionbud Ukrainy, 2011. – 71s.

Список використаної літератури

1. Столевич А.С. Конструкционные лёгкие бетоны / А.С. Столевич, С.В. Макаров, И.А. Столевич, К.М. Мадя, С.А. Кравченко // Вісник ОДАБА : зб. наук. праць. – Одеса, 2006. – вип.21. – С. 246-255.
2. Кравченко С.А. Исследование свойств конструкционно-теплоизоляционных лёгких бетонов на пористых заполнителях / С.А. Кравченко, А.А. Постернак // Актуальные научные исследования в современном мире: XXXII Междунар. научн. конф., 26-27 декабря 2017 г., Переяслав-Хмельницкий. // Сб. научных трудов – Переяслав- Хмельницкий, 2017. – Вып. 12(32), ч. 1 – С. 129-135.
3. Розрахунок і конструювання залізобетонних балок : навчальний посібник / Є.М. Бабич, В.Є. Бабич. – 2-е видання. – Рівне : НУВГП, 2017. – 191с.
4. Кравченко С.А. Керамзитобетонные конструкции на малоцементном известсодержащем вяжущем. / С.А. Кравченко, К. Мадя, И.А. Столевич, С.В. Макаров, А.С. Столевич // Науково-технічний збірник "Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди". – Рівне, 2006. – вип.14. – С. 68 - 74.
5. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71с.

УДК 502.171:556(477)

МЕТОДИ ОСВОЄННЯ ЗАБОЛОЧЕНИХ ТЕРИТОРІЙ

METHODS OF DEVELOPING MARSHLAND AREAS

Линник І.Е., докт. техн. наук, професор, Чернявський Б.Р., студент (Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків)

Lynnyk I.E., Dr. Tech. Sciences, Professor, Chernyavsky B.R., student (O.M. Beketov National University of Municipal Economy in Kharkiv, Kharkiv)

Проаналізовано поширення боліт і заболочених територій в Україні та Харківській області. Проаналізовано методи освоєння заболочених територій: осушення територій, методи будівництва будинків і влаштування фундаментів. Запропоновано інженерний захист заболоченої ділянки району Нова Данилівка в м. Харкові, який полягає в осушенні території, влаштуванні систематичного дренажу, організації поверхневого водовідведення в комплексі з вертикальним плануванням, насадженням дерев із розвинутою кореневою системою.

Wetlands and peatlands are one of the most difficult types of soil for building houses. Difficulties of development of wetlands are connected with low bearing capacity of the top layers of soil, tendency to formation of unstable floats, frost removal, erosion. Mistakes made during construction lead to the complete destruction of buildings. But now it is important to analyze the methods of development of wetlands, taking into account the latest trends in construction.

Purpose: to analyze the methods of development of wetlands taking into account the latest construction trends and to offer engineering protection of the wetland area of Nova Danylivka district in Kharkiv.

The distribution of swamps and wetlands in Ukraine, which occupy more than 1,200 thousand hectares (2% of the territory), is analyzed. The largest areas are in Polissya (Volyn, Rivne, Zhytomyr and Chernihiv regions), in the valleys of forest-steppe and steppe rivers and in the Carpathians. There are no wetlands of international importance in Kharkiv region. Here wetlands occupy 32,02 thousand hectares (1 % of the region).

Methods of drainage of territories are analyzed. The first drainage canals were laid in Polissya and in some areas of Prykarpattia and Zakarpattia at the end of the XIX century. The most modern drainage systems are Beregivska, Trubizka, Verkhnopripyatska, Latorytska, Iripinska, Korteliska and Zamyshlovyska. The area of drained for agriculture swamps, wetlands and wetlands is more than 5 million hectares, for forestry – up to 4 million hectares. Peat mining occupies from 850 thousand hectares to 1.5 million hectares. For drainage, an open drainage network in the form of

open ditches with a depth of 0.8–1.2 meters is usually used. The values of drainage of bogs are given.

Methods of building houses and laying foundations in wetlands are analyzed. Arrangement of building foundations can take place in several ways: the method of complete peat, the method of partial soil replacement with the installation of a columnar foundation, the method of loading with soil drainage. The arrangement of foundations from a monolithic slab, a floating foundation, reinforced concrete piles, pile-screw and wooden piles is considered. The technology of their application, advantages and disadvantages are briefly presented.

In Ukraine, the following methods of wetland development are most often used: acceleration of surface runoff of rain and snow waters, installation of various types of drainage.

On the territory of Kharkiv region and the city of Kharkiv there are no deep swamps of large area. There are few wetlands and flooded areas with high groundwater levels. Therefore, as a result of the analysis of methods of development of wetlands the engineering protection of the wetland of Nova Danylivka district in Kharkiv is proposed, which consists in drainage of the territory, arrangement of systematic drainage, organization of surface drainage in combination with vertical planning, planting of trees with developed root system.

Ключові слова: болото, заболочені території, осушення територій, фундаменти на заболочених територіях, дренаж.

Key words: swamp, wetlands, drainage of territories, foundations in wetlands, drainage.

Болотиста місцевість і торфовища – один із найскладніших видів ґрунту для будівництва будинків. Складнощі освоєння заболочених територій пов'язані з низькою несучою здатністю верхніх шарів ґрунту, схильністю до утворення нестабільних плавунів, морозного здимання, розмивання. Помилки, допущені при будівництві, призводять до повного руйнування будівель.

Освоєнням заболочених територій займалось багато вчених: В. Н. Сукачов, В. П. Денисенков, М. І. П'явченко, І. Г. Тановицький, В. Л. Теліцин О. І. Бондар, В. В. Коніщук, О. І. Дребот, С. О. Гаврилов, В. К. Коновальчук, Й. В. Гриб, М. О. Клименко, О. Л. Савицький, Д. Й. Войтишина, Є. М. Брадіс, Г. Ф. Бачурина, А. І. Кузьмичов, Т. Л. Андрієнко, В. П. Кравченко та інші [1–8].

Але наразі актуальним є аналіз методів освоєння заболочених територій з урахуванням новітніх тенденцій будівництва.

Мета роботи: проаналізувати методи освоєння заболочених територій із урахуванням новітніх тенденцій будівництва та запропонувати інженерний захист заболоченої ділянки району Нова Данилівка в м. Харкові.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати поширення боліт в Україні та Харківській області;
- проаналізувати методи освоєння заболочених територій;

– запропонувати інженерний захист заболоченої ділянки району Нова Данилівка в м. Харкові.

Поширення боліт в Україні та Харківській області

В Україні болота займають понад 1 200 тис. га (2 % території). Найбільші площі боліт на Поліссі, особливо у Волинській, Рівненській, Житомирській та Чернігівській областях і в Карпатах [9].

У Харківській області водно-болотні угіддя міжнародного значення відсутні. Заболочені території, тобто ділянки, де застоюються поверхневі води чи відбувається систематичне перезволоження територій ґрунтовими водами, але торф'яний покрив відсутній чи має товщину менше 30 см, становлять 32,03 тис. га (1 % території області) (рис. 1) [10, 11].

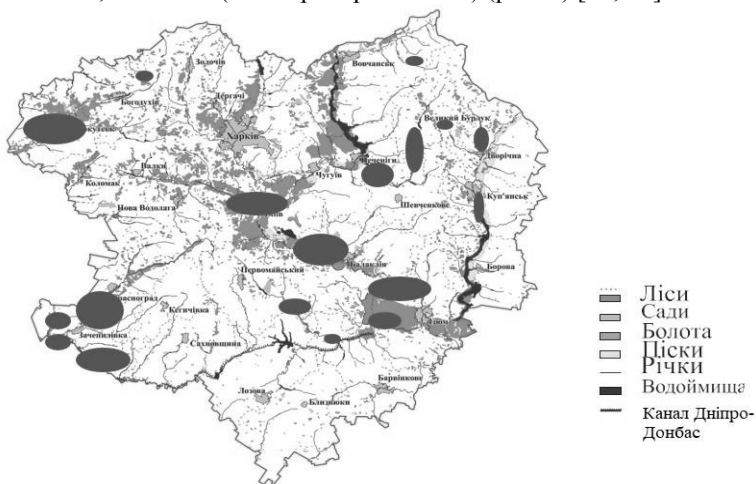


Рис. 1. Наявність заболочених територій в Харківській області

Освоєння заболочених територій

1. *Осушення заболочених територій*

Осушення територій боліт і заболочених земель проводилися здавна в усьому світі. Осушувати болота виявляється необхідним тоді, коли інших вільних територій, придатних для нового будівництва у певному районі немає. Осушення дає можливість освоювати нові землі – болота, заболочені луки й пасовиська. З метою осушення земель будують спеціальні осушувальні системи що забезпечують відведення зайвої води з ґрунту до необхідної осушувальної норми.

Перші осушувальні канали були прокладені на Поліссі та в окремих районах Прикарпаття і Закарпаття наприкінці XIX ст.

Найбільш сучасними осушувальними системами є Берегівська, Трубізька, Верхньоприп'ятська, Латорицька, Ірпінська, Кортеліська, Желдецька та Замисловицька [12].

Площа осушених для сільського господарства боліт, заболочених і перезволожених земель становить понад 5 млн га, для лісового господарства – до 4 млн га. Торфорозробки займають від 850 тис. га до 1,5 млн га [13].

Для осушення зазвичай використовують відкриту осушувальну мережу у вигляді відкритих каналів глибиною 0,8–1,2 м.

Значення осушення боліт [14]:

1) За належного проведення осушувальної меліорації, наприклад, при недопущенні переосушування земель, досягається висока продуктивність сільськогосподарських і лісових угідь. Але при пересушуванні відбувається швидка деградація земель: виснажуються запаси органіки, які містяться у торфовищах, рослини відчують дефіцит вологи, посилюється небезпека пожеж, як це неодноразово відбувалося в посушливі роки на Поліссі і в Мещері.

2) Розробка торфових родовищ. Торф використовують як паливо, у сільському господарстві як добриво, у хімічній промисловості виробляють торфову смолу, аміак, торфовий віск, торфовий кокс тощо, у харчовій промисловості для виробництва винного спирту, у будівництві, у медицині для торфолікування.

Необхідно дуже ретельно підходити до проблеми осушення боліт, тому що болота – це унікальна екосистема, що виконує роль регулятора поверхневого стоку й клімату на великих територіях. Болота мають унікальну флору і фауну. У результаті меліорації вона може зникнути.

Учені пов'язують нестійкість сучасної погоди, часті посухи влітку і повені узимку з меліоративними заходами, проведеними не тільки в Європі, але й у Південній Америці, зокрема долинах ріки Амазонки. Однак світовий досвід, у тому числі Фінляндії, Швеції, США, Канади, свідчить про те, що людству не обійтись без осушення боліт і заболочених земель. Але такі заходи повинні узгоджуватись із збереженням певного проценту території, зайнятої цими унікальними природними комплексами [13]. Тому при виборі варіантів освоєння територій необхідно враховувати екологічні аспекти, а не тільки економічну доцільність.

2. Методи будівництва будинків на заболочених територіях

Основними проблемами при будівництві на заболочених територіях є: наявність слабких ґрунтів, шару коренів, рослинності; велика кількість води на поверхні та в нижніх горизонтах; неоднакова мінералізація, зольність [15].

Влаштування фундаментів будівель може відбуватись декількома способами:

А) Метод повного виторфовування полягає у вилученні торф'яного ґрунту з наступною його заміною мінеральним. Цей метод є радикальним. Його перевага полягає в тому, що за використання піщаних ґрунтів практично виключаються різкі деформації основ будинків. До недоліків

цього методу варто зарахувати великі обсяги робіт порівняно з методами привантаження; виймання та складування торфу – це доволі складний спосіб, особливо у міських умовах.

Б) Набагато більш економічним і менш надійним є метод часткової заміни ґрунту з влаштуванням стовпчастого фундаменту (рис. 2). Цей спосіб не гарантує стабільності підстави протягом всього терміну служби і не може бути рекомендований для кам'яних будівель а тільки для дерев'яних

В) На ділянках сільбищної зони застосовують метод привантаження з дренаванням ґрунтів [16, 17]. Під час зведення будинків торф'яний шар прорізають фундаментами, що передають навантаження на міцні підстилаючі шари. На території житлової забудови мінімальну товщину шару мінеральних ґрунтів потрібно приймати 1 м; на проїзних частинах вулиць товщина шару мінеральних ґрунтів має бути встановлена залежно від інтенсивності руху транспорту з урахуванням вимог норм на транспортні споруди [17].

Будівництво монолітної плити (рис. 3) проводиться за стандартною технологією або за методом утепленої шведської плити (УШП). За стандартною технологією товщина фундаменту становить 30–40 см, конструкція армується двома сітками із стрижнів 8–16 мм. За методом УШП ребра жорсткості армуються каркасами, товщина фундаменту знижується до 10–15 см, у нижньому шарі, на бічних гранях та вимощенні влаштовують теплоізоляцію з пінополістиролу [15].



Рис. 2. Влаштування фундаменту з частковою заміною ґрунту з опорами-колонами



Рис. 3. Влаштування монолітної плаваючої плити

Норвезькі інженери запропонували варіанти плаваючого фундаменту - плота для будівництва на торф'яному ґрунті. Фундаментом є утеплений зсередини залізобетонний короб, що заповнюється сухим піском, або екструдованим пінополістиролом [18].

Залізобетонні палі-стійки прорізають проблемні органічні ґрунти та заглиблюють або спирають їх на злежалі мінеральні ґрунти (рис. 4).

Пальово-гвинтові фундаменти (рис. 5) є більш економічними, ніж повне виборфовування та їхнє влаштування не має обмежень [15].



Рис. 4. Фундамент із залізобетонних паль



Рис. 5. Фундамент на гвинтових палях

Ще одним способом влаштування фундаменту на торфї є зміцнення підстави залізобетонного фундаменту забивними дерев'яними палями, які повинні знаходитися нижче постійного рівня ґрунтових вод (рис. 6). Цей спосіб не є надійним через поступове руйнування дерева.



Рис. 6. Фундамент на дерев'яних палях

На територіях промислових підприємств і комунально-складських зон використовують часткове чи повне виборфовування, осушення територій.

Вертикальне планування територій і організація поверхневого водовідводу на болотах мають такі ж особливості, як і підсипаних заплавлених територій. Переважним типом поздовжнього профілю вулиць і

проїздів є пилкоподібний профіль. Аналогічно проектують і рельєф внутрішньоквартальних територій (рис. 7) [19, 20].

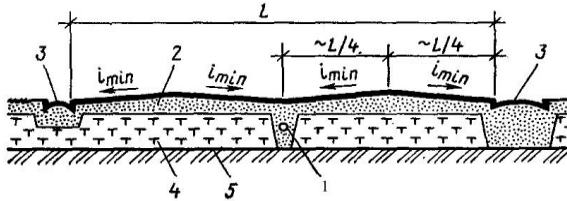


Рис. 7. Влаштування штучної основи внутрішньоквартальних територій:
1 – водостіг; 2 – насип мінерального ґрунту; 3 – проїзна частина вулиці;
4 – торф; 5 – мінеральне дно

В Україні найчастіше застосовують такі методи освоєння заболочених територій: прискорення поверхневого стоку дощових і снігових вод, влаштування різних типів дренажів.

Як було зазначено вище, на території Харківської області та міста Харкова немає глибоких боліт великої площі. Є небагато заболочених і підтоплених ділянок з високим рівнем ґрунтових вод. Тому у результаті аналізу методів освоєння заболочених територій запропоновано інженерний захист заболоченої ділянки району Нова Данилівка в м. Харкові, який полягає в осушенні території, влаштуванні систематичного дренажу, організації поверхневого водовідведення в комплексі з вертикальним плануванням, насадженням дерев з розвинутою кореневою системою (рис. 8).

Висновки:

1. Виявлено наявність боліт і заболочених територій в Україні, які займають понад 1 200 тис. га (2 % території). Найбільші площі – на Поліссі, (Волинській, Рівненській, Житомирській та Чернігівській областях), в долинах лісостепових і степових річок і в Карпатах. Заболочені території в Харківській області займають 32,02 тис. га (1 % території області).

2. Проаналізовано методи освоєння заболочених ділянок: осушення території, методи будівництва будинків і влаштування фундаментів. В Україні найчастіше застосовують такі методи освоєння заболочених територій: прискорення поверхневого стоку дощових і снігових вод, влаштування різних типів дренажів.

3. Запропоновано інженерний захист заболоченої ділянки району Нова Данилівка в м. Харкові, який полягає в осушенні території, влаштуванні систематичного дренажу, організації поверхневого водовідведення в комплексі з вертикальним плануванням, насадженням дерев з розвинутою кореневою системою.



Рис. 8. Інженерний захист заболоченої ділянки району Нова Данилівка в м. Харкові:
СД – систематичний дренаж, КЗЛ – зливова каналізація

References

1. Sukachev V. N. Izbrannyye trudyi v 3-h t. / pod red. E. M. Lavrenko. – T. 2 : Problemy bolotovedeniya, paleobotaniki i paleogeografii. – L. : Nauka. – 1973. – 352 p.
2. Denisenkov V. P. Osnovy bolotovedeniya: Uchebnoe posobie. / V. P. Denisenkov. - Sankt-Peterburgskiy gosudarstvenniy universitet, Sankt-Peterburg, 2000. – 224 p.
3. Pyavchenko N. I. Torfyanyie bolota, ih prirodnoe i hozyaystvennoe znachenie. / N. I. Pyavchenko. – M. : Nauka, 1995. – 152 p.
4. Tanovitskiy, I. G. Ratsionalnoe ispolzovanie torfyanyih mestorozhdeniy i ohrana okruzhayushey sredy. / I. G. Tanovitskiy. – Minsk : Nauka i tehnika, 2004. – 40 p.
5. Telitsyn V. L. Tehnogennaya evolyutsiya i optimalnoe ispolzovanie pochv bolotnyih sistem / V. L. Telitsyn, V. P. Melnikov. – Novosibirsk : Izdatelstvo SO RAN, 2004. – 261 p.
6. Bondar O. I. Obgruntuvannia zbalansovanoho rozvytku torfovydobuvnoi haluzi z vrakhuvanniam pryrodookhoronnykh kryteriiv / O. I. Bondar, V. V. Konishchuk, O. I. Drebot, S. O. Havrylov ta in. // V kn. Ekolohiia bolit i torfovysch (zbirnyk naukovykh statei) // holovnyi redaktor V. V. Konishchuk. – Kyiv : DIA, 2012. – 187 p. – P. 18-26.
7. Hryb Y. V. Vykorystannia bolit i torfovysch v ochyshchenni poverkhnovoho stoku ta adaptatsiia svitovoho dosvidu v umovakh Ukrainy / Y. V. Hryb, M. O. Klymenko, O. L. Savytskiy, D. Y. Voityshyna // V kn. Ekolohiia bolit i torfovysch (zbirnyk naukovykh statei) // holovnyi redaktor V.V. Konishchuk. – Kyiv : DIA, 2012. – 187 p. – P. 60-71.
8. Bradis Ye. M. Torfovo-bolotnyi fond URSR, yoho raionuvannia ta vykorystannia / Ye. M. Bradis, A. I. Kuzmychov, T. L. Andriienko ta in. – Kyiv : Naukova dumka, 1973. – 264 p.

9. Informatsiyni shchorychnyk shchodo aktyvizatsii nebezpechnykh ekzohennykh heolohichnykh protsesiv za danymy monitorynhu EHP. – Kyiv, Derzhavna sluzhba heolohii ta nadr Ukrainy, Derzhavne naukovo-vyrobnyche pidpryemstvo «Derzhavnyi informatsiyni heolohichnyi fond Ukrainy». 2020. 104 p.

10. Ekolohichnyi atlas Kharkivskoi oblasti. – Kharkiv, Kharkivska oblasna derzhavna administratsiia, Derzhavne upravlinnia ekolohii ta pryrodnykh resursiv u Kharkivskii oblasti, Holovne upravlinnia zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Kharkivskoi oblderzhadministratsii, Ukrainyski naukovo-doslidnyi instytut ekolohichnykh problem. 2005. 80 p.

11. Ekolohichnyi pasport Kharkivskoi oblasti. – Kharkiv, Kharkivska oblasna derzhavna administratsiia. 2020. 208 p.

12. Osushennia zemel. Ukrainska radianska entsyklopediia [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : https://leksika.com.ua/16180614/ure/osushennya_zemel.

13. Frolova N. L. Hidrolohiia richok. Antropohenni zminy richkovoho stoku [Elektronnyi resurs]. – 2018. – Rezhym dostupu : https://stud.com.ua/168627/geografiya/gidrologiya_richok_antropogenni_zmini_richkov_ogo_stoku.

14. Bolota Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : http://ukrboloto.blogspot.com/p/blog-page_10.html#:~:text=

15. Kak postroit fundament na bolote [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu : <https://gidfundament.ru/vybor/kakoj-luchshe-na-bolotistoj-mestnosti.html>.

16. Prigruzka torfa [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu : <http://dom.dacha-dom.ru/prigruzka-torfa.shtml>

17. DBN B.2.2–12:2019. Planuvannia i zabudova terytorii : DBN B.2.2–12:2019. – Chynnyi vid 2019-09-01. – Kyiv : Minrehion Ukrainy, 2019. – 179 p. – (Derzhavni budivelni normy Ukrainy).

18. Stroitelstvo fundamenta na torfe sposobom prigruzki [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu : <http://dom.dacha-dom.ru/prigruzka-torfa.shtml>.

19. Lynnyk I. E. Inzhenerna pidhotovka terytorii naselenykh mists: navch. posib. / I. E. Lynnyk. – Kharkiv : KhNAMH, 2004. – 337 p.

20. Proektuvannia miskykh terytorii : pidruchnyk : [u 2 ch.] / [za red. I. E. Lynnyk, O. V. Zavalnoho] ; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. – Xarkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova, 2019. – Ch. II. – 544 p. (seriia «Miske budivnytstvo ta hospodarstvo»).

Список використаної літератури

1. Сукачев В. Н. Избранные труды в 3-х т. / под ред. Е. М. Лавренко. – Т. 2 : Проблемы болотоведения, палеоботаники и палеогеографии. – Л. : Наука. – 1973. – 352 с.

2. Денисенков В. П. Основы болотоведения: Учебное пособие. / В. П. Денисенков. - Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 2000. – 224 стр.

3. Пьявченко Н. И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. / Н. И. Пьявченко. – М. : Наука, 1995. – 152 с.

4. Тановицкий, И. Г. Рациональное использование торфяных месторождений и охрана окружающей среды. / И. Г. Тановицкий. – Минск : Наука и техника, 2004. – 40 с.

5. Телицын В. Л. Техногенная эволюция и оптимальное использование почв болотных систем / В. Л. Телицын, В. П. Мельников. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2004. – 261 стр.

6. Бондар О. І. Обґрунтування збалансованого розвитку торфовидобувної галузі з врахуванням природоохоронних критеріїв / О. І. Бондар, В. В. Конішук, О. І. Дребот, С. О. Гаврилов та ін. // В кн. Екологія боліт і торфовищ (збірник наукових статей) // головний редактор В. В. Конішук. – Київ : ДІА, 2012. – 187 с. – С. 18-26.

7. Гриб Й. В. Використання боліт і торфовищ в очищенні поверхневого стоку та адаптація світового досвіду в умовах України / Й. В. Гриб, М. О. Клименко, О. Л. Савицький, Д. Й. Войтишина // В кн. Екологія боліт і торфовищ (збірник наукових статей) // головний редактор В.В. Конішук. – Київ : ДІА, 2012. – 187 с. – С. 60-71.

8. Брадїс Є. М. Торфово-болотний фонд УРСР, його районування та використання / Є. М. Брадїс, А. І. Кузьмичов, Т. Л. Андрїєнко та ін. – Київ: Наукова думка, 1973. – 264 с.

9. Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП. – Київ, Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України». 2020. 104 с.

10. Екологічний атлас Харківської області. – Харків, Харківська обласна державна адміністрація, Державне управління екології та природних ресурсів у Харківській області, Головне управління житлово-комунального господарства Харківської облдержадміністрації, Український науково-дослідний інститут екологічних проблем. 2005. 80 с.

11. Екологічний паспорт Харківської області. – Харків, Харківська обласна державна адміністрація. 2020. 208 с.

12.осушення земель. Українська радянська енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://leksika.com.ua/16180614/ure/osushennya_zemel.

13. Фролова Н. Л. Гідрологія річок. Антропогенні зміни річкового стоку [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу : https://stud.com.ua/168627/geografiya/gidrologiya_richok_antropogenni_zmini_richkovogo_stoku.

14. Болота України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://ukrboloto.blogspot.com/p/blog-page_10.html#:~:text=

15. Как построить фундамент на болоте [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://gidfundament.ru/vybor/kakoj-luchshe-na-bolotistoj-mestnosti.html>.

16. Пригрузка торфа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dom.dacha-dom.ru/prigruzka-torfa.shtml>

17. ДБН Б.2.2–12:2019. Планування і забудова територій : ДБН Б.2.2–12:2019. – Чинний від 2019-09-01. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 179 с. – (Державні будівельні норми України).

18. Строительство фундамента на торфе способом пригрузки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dom.dacha-dom.ru/prigruzka-torfa.shtml>.

19. Линник И. Е. Инженерная подготовка территорий населенных мест: навч. посіб. / И. Е. Линник. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 337 с.

20. Проектирование мѣських территорий: підручник: [у 2 ч.] / [за ред. И. Е. Линник, О. В. Завального]; Харків. нац. ун-т мѣськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – Ч. II. – 544 с. (серія «Міське будівництво та господарство»).

ДНІПРОВІ БЕРЕГИ КИЄВА: РОЗВИТОК І ТРАНСФОРМАЦІЯ В ЧАСІ

DNIEPER BANKS OF KYIV: DEVELOPMENT AND TRANSFORMATION IN TIME

Михайлик О.О., канд.техн.наук, Київський національний університет будівництва і архітектури

Mykhailyk Olha, assistant of department of urban construction , Ph. D or candidate of science, of Kyiv National University of Construction and Architecture

Ретроспективно розглянуто стан річкових екосистем міста Києва з акцентом на сучасних екологічних проблемах. Наголошено на взаємозалежності міста та річки, а часові зміни для міста тягнуть за собою і зміни міської річки та її прибережної території. На прикладі київського Дніпра продемонстровано генезу характеру річки в міській тканині: оборонна, транспортно-логістична, промислово-економічна, водно-енергетична, оздоровчо-рекреаційна функції. Водогосподарська та енергетична функції є цільовими задачами сьогодення каскаду дніпрових водосховищ, в які трансформовано, колись бурхливий, Дніпро. Запропоновано заходи з відродження прибережних територій Києва.

In this article we have retrospectively the state of river ecosystems of the city of Kyiv with an emphasis on modern ecological problems is considered retrospectively. The interdependence of the city and the river is emphasized, and temporary changes for the city entail changes in the city river and its coastal area. The genesis of the nature of the river in the urban fabric is demonstrated on the example of the Kyiv Dnieper: defense, transport-logistics, industrial-economic, water-energy, health-recreational functions. Water management and energy functions are the objectives of today's cascade of Dnieper reservoirs, which transformed the once turbulent Dnieper. Determining the boundaries of the coastal zone and taking into account the influence of the river, is subject to the general principles of functional zoning and regional and architectural planning. Professional planning of river-side areas will enable balanced and effective development, and also preservation of water areas. The establishment of boundary green lines will help preserve the natural fabric of the urbanized body of Kiev. Measures to revive the coastal areas of Kyiv are proposed. Appreciate, cherish, learn from nature, live in harmony with the environment should be a priority concept in all the spheres of human activity. And, most importantly, this holds true for modern urban planning.

Ключові слова: річка Дніпро; береги Дніпра; каскад водосховищ; трансформація річки; прибережні території; екосистема.

Key words: river Dnieper; the banks of the Dnieper; cascade of reservoirs; river transformation; coastal areas; ecosystem.

Заснування міст на берегах річок зумовлює нерозривний зв'язок річкової екосистеми та населеного пункту – розвиток міста відображається на містобудівному характері використання водойми та її прибережної території, змінюється біологічний та хімічний склад річкової екосистеми, часто річки набувають ставково-озерних ознак.

Сучасні міста все далі й далі відсуваються людиноцентричних категорій. Бурхливий розвиток автотранспорту витісняє в містах людський простір, «вичавлюючи» та стісняючи людину. Надмірне панування авто очевидне і повсюдне. Автомагістралі прокладаються безпосередньо по прибережних територіях, що сприяє деградації річкових екосистем та погіршує умови життя в містах. Відвоювати прибережні території у авто і створити тут громадський простір є однією з важливих задач на сьогодні проєктантів, містобудівельників, архітекторів. Повернути до життя річкові екосистеми, що є трансформованими потужною антропогенною діяльністю – є надзвичайно важливою задачею урбаністів, екологів, водогосподарників та всіх свідомих громадян.

Яскравим прикладом суттєвої трансформації в часі є одна з найбільших річок Європи – Дніпро: в радянський період могутню бурхливу річку було перетворено в каскад дніпрових водосховищ. Це призвело до скорочення річкової довжини з 8825 км до 2145-2201 км. Її басейн простягнувся з півночі на південь більше як на 1000 км і становить 504-509 тис. км² (існує певна розбіжність в різних інформаційних джерелах) – російська частина має площу басейну 101,8 тис. км², білоруська – 118,6 тис. км², українська – 291,4 тис. км². Водозбір Дніпра розташований в межах 19 областей України і охоплює 48% території нашої країни. Свій початок Дніпро бере на краєчку лісової галявини у Сичовському районі Смоленської області (Росія). Гирло Дніпра знаходиться в с. Кізомис – тут річка поступово переходить в Дніпробузський лиман [1].

Київ розташований на початку середньої течії Дніпра, нижче гирла Десни. Основна частина його території займає правий високий берег, який є розчленованим глибокими ярами і долинами невеликих річок на окремі пагорби. Найвищі точки Києва знаходяться на сході; звідки місцевість поступово знижується на захід в широкі долини річки Либідь та струмків Хрещатика і Скомороха, потім знову піднімається до Батієвої гори. Дніпром перетинаються важливі зональні кордони в районі Києва, річка утворює тут свій найважливіший гідрографічний вузол.

Древній Київ був важливим оборонним містом, що захищав Лівобережжя від польсько-шляхетської та турецько-кримської агресії. Територія Києва мала найвигідніше топографічне положення у всьому Подніпров'ї – з боку Дніпра і з інших боків місто було оточено природними кордонами (Рис. 1): з північного заходу на південний схід на відстані 3-4 км від Дніпра протікає річка Либідь, яка тоді ще мала широку

болотяну заплаву, зі сходу - це був Дніпро, з півночі – річки Глибочиця, Юрковиця, Почайна. Багаточисельні малі річечки Києва та яри утворювали таку кількість природно укріплених пагорбів (Старокиївська, Замкова, Дитинець, Щековиця тощо), яких не було в жодному районі Середнього Подніпров'я. Територія Києва «замикала на ключ» широко розгалужену мережу річкових шляхів верхньої частини дніпрового басейну.

Дніпро зі своїми притоками з давніх давен виконував важливу функцію в економічному житті населення Середнього Подніпров'я (про цей факт свідчать такі джерела, як «Повість временних літ», відомий трактат Костянтина Багрянородного «Щодо керування державою»). Середнє Подніпров'я було тим місцем на шляху «з варяг в греки», де перетиналися торгові шляхи (Рис.2). Цим важливим та зручним водним шляхом користувалися для обміну товарами мешканці балтійського та чорноморського Примор'я, районів Західної та Східної Європи. На річці Почайна була чудова гавань. Більшість киян займались рибальством - десята частина улову йшла до митрополії, решта продавалась на подільському торзі, на березі Дніпра та Почайни, де були влаштовані пореби для збереження риби [2].



Рис. 1. Дніпро – природний кордон Києва

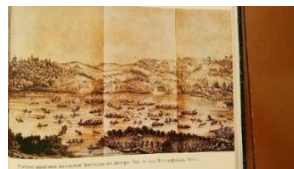


Рис. 2. Дніпро – торговий шлях

В період становлення капіталістичних відносин більша частина вантажів до Києва перевозилась чумаками, які доставляли їх до трьох дніпрових причалів – Подільського (рис.3), Теличківського та Корчуватого. У 1823 році на річці Дніпро з'явився перший пароплав, який доставляв будівельні матеріали до Києва. В 1838 році була створена Дніпровська суднохідна компанія, що мала в своєму розпорядженні 17 пароплавів. В 1858 році в Києві було створена «Спілка пароплавання по Дніпру та його притокам». З того часу Київ став центром перевезень товарів по Дніпру: в 1859 р. по Дніпру курсувало 17 пароплавів, в 1884 р. – 74, а в 1900 р. – 208. Тільки за 1860 рік по Дніпру в межах міста та губернії пройшло 3981 судно та 4653 плоти з вантажем. З верхів'я водами Дніпра сплавляли ліс, який частково затримувався в Києві на лісопильнях, інша частина прямувала далі на південь.

Розвитку та укріпленню економічних зв'язків Києва сприяло будівництво цепного мосту через Дніпро, що був спроектованим та побудованим в 1848-1853 роках під керівництвом англійського інженера

Карла де Він'єля. Цей міст був найкрасивішим в Європі. Його вишукана конструкція довжиною 730 м підтримувалася завдяки 7 цегляним опорам та мала поворотний засіб для його розводу і вільного пропуску судів по річці (рис.4).



Рис. 3. Подільський причал



Рис.4. Найкрасивіший міст Європи

Під час «Великих будов комунізму» був здійснений наймасштабніший проект трансформації річки - перетворення Дніпра на каскад з 6 водосховищ. Велика кількість штучних водойм створено і на притоках річки. За даними Держводагентства на 01.01.2010 рік, кількість руслових водосховищ на Дніпрі та її притоках становило 466. Створення Київського водосховища призвело до змін водного режиму Дніпра біля Києва: істотно зменшились сезонні коливання рівня води, змінились хімічні характеристики, внутрішньорічний режим стоку - річка втратила природну швидкість течії та набула ставково-озерних ознак.

Будівництво, яке докорінно змінило характер водної екологічної системи в межах України, тривало півстоліття (з середини 20-х років до середини 70-х років ХХ ст.). Дніпровий каскад став найважливішою складовою водогосподарського комплексу країни – Дніпрові водосховища стали основним джерелом води та електроенергії, які виробляють гідроелектроцентралі. Так, в Києві побудовано 5 гідроелектроцентралей: ТЕЦ-2 (біля Гавані), ТЕЦ-3 (біля залізничного вокзалу), ТЕЦ-4 (в Дарниці), ТЕЦ-5 (в південній частині міста, біля Дніпра, тому і працює «на прямотоці»), ТЕЦ-6 (та Троєщині) [1].

Береги Дніпра було укріплено гранітною набережною з довжиною більше 1.3 км і створено Хрещатицько-Набережне шосе. Кріплення правого берегу біля Подолу мощенням і фашинами було розпочато ще в ХІХ ст. Найбільший обсяг робіт із захисту берегів було виконано у 80-ті роки ХХ ст. Остання ділянка набережної (звели у 2003 р.) тягнеться від Московського мосту - від затоки Вовкувата до Гавані. Це істотно поліпшило транспортний рух вздовж Дніпра. Набережна вздовж правого берега Дніпра тягнеться впродовж більшої частини міста. Суттєвим заходом щодо змін обрисів Дніпра в Києві стало прориття (відновлення) Венеціанського протоки, що сполучає Дніпро з Русанівською протокою.

Дніпро є основною воднотранспортною артерією країни. По Дніпру було прокладено маршрути катерів, які за навігаційний період перевозили

до 3-4 млн. чоловік. Основною функцією дніпрових берегів з цього періоду для киян стала рекреаційно-оздоровча - на берегах Дніпра організовано біля 20 піщаних пляжів [3]. Мальовничі куточки Гідропарку та островів Дніпра (Муромець, Труханів тощо) є найулюбленішими місцями відпочинку мешканців та гостей Києва.

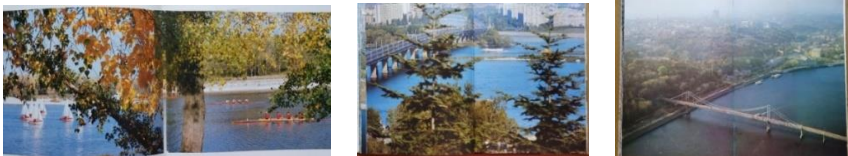


Рис. 5. Красиви Дніпра в радянський період [3]

На сьогодні Дніпро продовжує зазнавати певних змін: основне русло відхилене до історичної правобережної частини міста, товща льодового покриву річки набагато зменшилась, на південній міській межі спостерігається збільшення концентрації біогенних та органічних речовин тощо. В останні десятиріччя наслідок створення каскаду водосховищ в басейні Дніпра змінився клімат – підвищилася середньорічна температура повітря на 1,5°C, зменшилась кількість опадів, зменшилась швидкість вітру, зменшились прибережні території, що вкриті природними луками і лісами. На щастя, водність річки не стає меншою, а коефіцієнт стоку дещо збільшився. За останні роки помітною тенденцією стало зменшення водозабору та водовідведення в комунальному господарстві. Збільшилось забруднення Дніпра стічними стоками. Меншим порівняно з минулими роками стало використання Дніпра для річкового транспорту (рис. 6). Меншими стали рибні ресурси.

До тепер продовжуються роботи з укріплення Дніпрових берегів – продовж 2007-2009 років було укріплено 3,63 км берегів Дніпра. На 01.01. 2010 (за даними Дніпрових БУВР) довжина укріплених дніпрових берегів разом з дамбами становить 806 км, що складає чверть її загальної довжини.

Прибережні території Дніпра в Києві охоплені джентрифікацією – сучасною тенденцією “облагороджування” (від англійського “gentry” - “шляхетні люди”, “дворянство”) міського простору шляхом інвестування для підвищення його привабливості для заможного населення; в наслідок цього вартість житла на прибережних територіях набагато зростає. Вулиця Хрещатицько-Набережна забудована елітними будинками й готелями (рис.7). Піщані пляжі київських берегів Дніпра залишаються оздоровчо-рекреаційною зоною для киян та гостей столиці (рис.8).

Для Києва намічено наступні заходи захисту водойм та прибережних територій:

- корегування «Проекту прибережних захисних смуг водних об'єктів м. Києва» відповідно топографічної зйомки та сучасного стану водних об'єктів міста;

- продовження роботи з благоустрою берегів, очищення водойм (842 га) та русел водотоків (28 км) від замулення, заростання, засмічення.

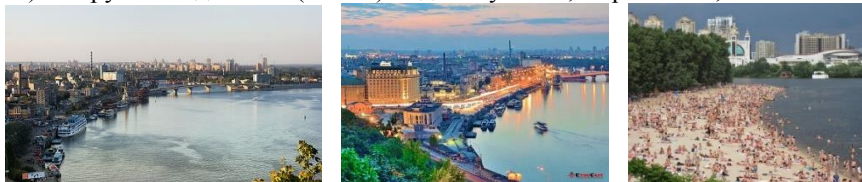


Рис.6. а) річковий вокзал б) джентрифікація дніпрових берегів с) пляж Київ

Взаємозалежним є зв'язок міста та річки – часові зміни для міста тягнуть за собою і зміни міської річки та її прибережної території. Приклад київського Дніпра демонструє генезу характеру річки в міській тканині: оборонна, транспортно-логістична, промислово-економічна, водно-енергетична, оздоровчо-рекреаційна функції - час змінює призначення та стан Дніпра та дніпрових берегів. Водогосподарська та енергетична функції є цільовими задачами сьогодення каскаду дніпрових водосховищ, в які трансформовано, колись бурхливий, Дніпро.

Здійснення водоохоронних заходів є багатоцільовою проблемою, вирішувати яку слід з використанням системного підходу. Визначення меж прибережної зони, враховуючи вплив річки, підпорядковано загальним принципам функціонального зонування та архітектурно-планувальної організації території. Фахове планування прирічкових територій сприятиме їх збалансованому й ефективному розвитку, збереженню акваторій. Встановлення обмежувальних зелених ліній сприятиме збереженню природної складової урбанізованого тіла Києва. Цінувати, берегти, вчитися у природи, жити в гармонії з навколишнім середовищем має бути пріоритетною концепцією у всіх царинах людської діяльності. І, перед усім, в сучасному містобудуванні.

References

1. V.I.Vyshnevskiy. Rika Dnipro. «Interpres LTD». Kyiv. 2011.
2. Iu.Iu.Kondufor и др. Ystoryia Kyeva. V 3 tomakh. «Naukova dumka». Kyev, 1982.
3. Kyiv vchora, sohodni, zavtra: Fotoalbom / Uporiad. K38 V.D.Iermakov. – K.: Mysterstvo,1982.

Список використаної літератури

1. В.І.Вишневецький. Ріка Дніпро. «Інтерпрес ЛТД». Київ. 2011.
2. Ю.Ю.Кондуфор и др. История Киева. В 3 томах. «Наукова думка». Киев, 1982.
3. Київ вчора, сьогодні, завтра: Фотоальбом / Упоряд. К38 В.Д.Срмаков. – К.: Мистецтво,1982.

ПРИНЦИП ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄКТНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ЗВЕДЕННЯ

PRINCIPLE OF FORMATION OF OBJECT ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SCHEMES OF CONSTRUCTION

Мудрий І.Б., к.т.н., Вибранець Ю.Ю., к.т.н. (Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів)

Mudryj I.B., Vybranets Y.Y. Ph.D., senior lecturer (National University of Lviv Polytechnic, Lviv)

Запропоновано алгоритм формування об'єктний організаційно-технологічних схем зведення з врахуванням технології інформаційного моделювання. Визначено, що відсутність комплексних моделей обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень не дозволяє забезпечити ув'язку проектних рішень з планами, графіками, які відображають хід будівництва.

An algorithm for the formation of object's organizational and technological schemes of construction, taking into account the technology of information modeling. The lack of comprehensive models of justification and selection of organizational and technological solutions does not allow to link project solutions with plans, schedules that reflect the progress of construction. The rupture in the stages of development of construction projects management and projects execution planning determines the low quality of organizational and technological documentation, which is caused by varying degrees of detail of information models due to the need to include databases of technological schemes. It is possible to implement the development of variant organizational and technological schemes with the help of information modeling technology, which contains a dynamic database that describes in addition to structural data of the building in addition technological, technical, engineering, economic features of the building. The need to improve the software based on the use of external scalable information models and study the principles of development of organizational and technological schemes based on BIM technologies, which will qualitatively increase the level of building production. When using such technologies, the order of scheme development should be based on the principle of "feedback" - from technological schemes (technological maps) to object organizational and technological schemes. The use of data stored in the building information model, their integration with the data of already implemented projects, using of software, further progress in the development of automation algorithms will reduce time and improve the quality of the process of creating technological documentation. In order to implement in practice, it is necessary

to develop a single methodology of the formation and feasibility study of options for organizational and technological schemes, subject existing conditions and restrictions.

Ключові слова: технологічна карта, проект виконання робіт; проект організації будівництва; технологія інформаційного моделювання; організаційно-технологічні схеми.

Keywords: technological map; work production project; construction organization project; information modeling technology; organizational and technological schemes.

Визначення оптимальних організаційно-технологічних рішень (ОТР) зведення є пріоритетною задачею в сучасних ринкових умовах, етапи вибору яких для будинків та споруд сформовані в роботах [1, 2]. При розробці варіантів ОТР, як правило, створюють принципові організаційно-технологічні схеми (ОТС), обов'язковий документ для проектів організації будівництва [3]. Вони визначають оптимальну послідовність зведення будинків та споруд з вказанням технологічної черговості робіт, встановленням засобів механізації, порядку монтажу конструкцій і виконання інших видів робіт. Прийняття такої схеми (комплексної чи об'єктної), як правило, базується на кваліфікації проектувальника, його досвіді та баченню будівельних процесів, що не завжди дає оптимальне комплексне рішення. В практиці складно формалізувати етапи знаходження ОТР: визначення складу будівельних процесів, формування переліку необхідних ресурсів, пошук черговості переходів та знаходження оптимального варіанту для різних змінних [4]. При практичному пошуку таких рішень не можливо однозначно сформувати задачу з їх вибору, оскільки потрібно аналізувати всі можливі варіанти будівництва та факторів впливу на нього. Це виникає через недостатню проробку етапів прийняття рішень та їх алгоритму, а додаткове введення варіантності розробки організаційно-технологічної документації, збільшить зусилля на проектування, хоча визначення оптимальних ОТР на цьому етапі, дозволяє знизити загальні затрати на зведення до 40% [5].

Мета роботи розглянути загальний порядок розробки об'єктних організаційно-технологічних схем умовах розвитку інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу. Сучасні інформаційні технології моделювання покликані допомогти технологу у прийнятті рішень виходячи з наявного конструктивного рішення, фактичних умов будівництва та ресурсів підрядника, однак вони не формують самі ОТР.

Рішення таких інформаційних проблем покладено в основу технології - 4D BIM, яка дозволить пов'язати конструктивну частину з технологією зведення (час - календарним планом будівництва). Відповідно включення в інформаційну модель проекту організаційно-технологічної документації дозволяє здійснити перехід від використання 3D інформаційних моделей, до моделей наступного рівня. Так включення у модель координат часу дозволить отримати 4D моделі і відповідно наступний рівень 5D - включення кошторисної вартості [6]

Відсутність комплексних моделей обґрунтування та вибору ОТР не дозволяє забезпечити ув'язку проектних рішень з планами, графіками, які відображають хід будівництва [3]. Розірваність у етапності розробки проектів організації будівництва та проектів виконання робіт (ПВР), зумовлює низьку якість організаційно-технологічної документації, що викликане різним рівнем деталізації їх інформаційних моделей. Використання даних, що зберігаються в інформаційній моделі будівлі (BIM), їх інтеграція з даними вже реалізованих проектів, використання програмного забезпечення планування, подальше просування в області розвитку алгоритмів автоматизації дозволить скоротити час і підвищити якість процесу створення графіків виконання робіт [7, 8]. Перспектива такого розвитку буде за інжиніринговими компаніями які розробляють проекти із створенням бібліотеки одиничних та комплексних операцій з можливістю їх використання в наступних проектах (створення баз).

Рішення які приймаються в об'єктних ОТС є основою для уточнення та розвитку з наступним детальним пророблення на рівні технологічних карт (технологічних схем) в складі ПВР. Кількість варіантів об'єктних ОТС визначається, як правило, числом раціональних варіантів комплектів механізації. В той же час розробка організаційно-технологічних схем для споруд які мають прості об'ємно-планувальні рішення обмежується одним варіантом. Пошук ряду рішень передбачає варіантність проробки як ОТС так і конструктивних рішень, що сьогодні не застосовується, оскільки збільшує вартість проектних робіт. Як правило, вибір зупиняють на одному рішенні запропонованому інженерами, без розгляду інших варіантів технології зведення, кожен з яких відповідно має свою собівартість виконання будівельно-монтажних робіт, тому існує доцільність варіантної розробки локальних об'єктних ОТС.

Практично реалізувати розробку варіантних організаційно-технологічних схем можна з допомогою технології інформаційного моделювання, які містять динамічну базу, що описує крім конструктивних

даних споруди додатково технологічні, технічні, інженерні, економічні особливості будівлі. При використанні таких технологій порядок розробки ОТС повинен базуватися на принципі «зворотного зв'язку» - від технологічних схем (технологічних карт) до об'єктних організаційно технологічних схем.

Отримувати рішення з вибору ОТС ми повинні в результаті автоматизованого пошуку з допомогою певних програмних комплексів. Як програми для практичної реалізації цих можливостей в частині технології робіт слід виділити комплекси BEXEL Manager, Navisworks та комплекс для формування будівельних генеральних планів Civil3D.

Відповідно для реалізації в інформаційних моделях пропонується загальна послідовність варіантного пошуку оптимальних ОТС. Проектування об'єктних ОТС полягає у визначенні та наступному відборі оптимальних варіантів в наступній послідовності:

- аналіз проектної документації та умов обмеження на зведення;
- формування варіантів ОТС;
- вибір ефективних варіантів ОТС.

Порядок формування об'єктних організаційно-технологічних схем проводиться відповідно до рис. 1.

На етапі 1 виконується аналіз вихідних даних та проектно-технологічної документації; визначається порядок ділення об'єкту на етапи зведення; перелік можливих до застосування засобів механізації; можлива комплектисткість бригад виконавців; послідовність прийнятих технологічних процесів.

На етапі 2 уточнюють обмеження: на умови виконання робіт з можливості концентрації певних ресурсів; порядку зведення; умов стисливості на виконання робіт чи існуючої інфраструктури; директивні терміни; ступінь суміщення будівельних процесів.

Заходи які виконуються в блоці 3 направлені на формування варіантів ОТС з врахуванням всіх обмежень блоку 2. Сформовані варіанти повинні мати обґрунтування щодо: поділу об'єкту на ділянки; вибору структури бригад виконавців; розташування та напрям руху основних та допоміжних машин, механізмів та бригад; послідовність та методи зведення об'єкту чи окремих його частин;

Етап 4 передбачає перевірку на можливість формування раціональних комплектів машин з адаптацією конструктивних рішень під технологію зведення [9]. В випадку можливості прийняття такого варіанту формується нова ОТС на етапі 3.

На основі сформованих та обґрунтованих варіантів за прийнятим критерієм ефективності виконується визначення техніко-економічних показників для варіанту організаційно-технологічної схеми (етап 5). Критеріями ефективності, які будуть визначати оптимальний варіант в

порядку спадання: вартість, часові витрати, рівень механізації, витрати праці [4].

Прийняття рішень за вибраним критерієм на етапі 6.

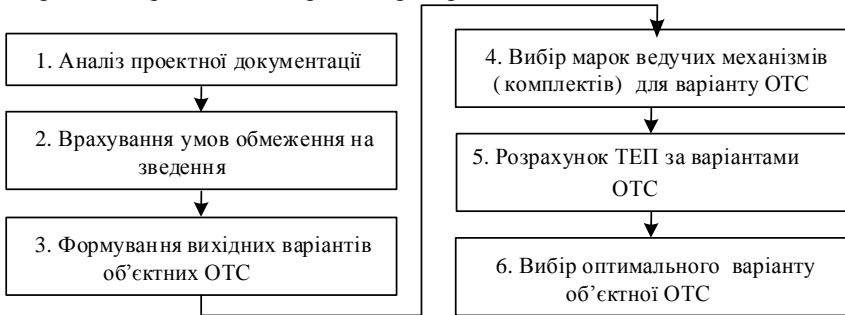


Рис. 1. Порядок формування об'єктних ОТС

Висновки:

1. Вдосконалення принципів розробки організаційно-технологічних схем на основі ВІМ технологій дозволить якісно підвищити рівень виробництва.

2. При обґрунтуванні ОТС необхідно виконувати варіантний пошук оптимального рішення з врахування існуючих умов та обмежень.

3. Необхідно розробити єдину методику формування і техніко-економічного обґрунтування варіантів ОТС та аналізу надійності прийнятих рішень.

4. Формування варіантів ОТС повинно ґрунтуватись на використанні зовнішніх масштабованих інформаційних моделей (технологічних карт) з використанням новітніх технологій зведення.

References

1. Alhorytm analiza orhanyzatsyonno-tekhnohohycheskykh reshenyi vosstanovleniya sten pry revyalyzatsyy promyshlennykh zdaniy / V. V. Saviovskiy, A. P. Bronevyskiy, E. N. Karzhyneroва // Budivnele vyrobnytstvo. - 2017. - № 62(1). - S. 5-10

2. Proektyrovanye orhanyzatsyonno-tekhnohohycheskykh skhem y modelei vozvedeniya ob'ektov : ucheb. posobyе / V. A. Los; Novosyb. hos. Arkhytektu.r-stroyt. un-t (Sybstryн). – Novosybyrsk : NHASU (Sybstryн), 2010. – 128 s.

3. DBN A.3.1-5:2016 Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstva. K.: Ukrakhbudinform, 2016. 46 s.

4. http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_10__1_Sinenko_Doroshin_Gergokov.pdf_ecae03a45a.pdf

5. Husakov A.A. Systemotekhnika / A.A. Husakov, V.O. Chulkov, N.Y. Ylyn – M.: Novoe tysyachyletye, 2002, – 768 s
6. Mudryi I. B. Perspektivy vykorystannia tekhnologii informatsiinoho modeliuvannia pry rozrobtsi proektiv orhanizatsii budivnytstva // Naukovyi visnyk budivnytstva. – 2020. – T. 100, № 2. – S. 132–137
7. Herr, C.M. and Fischer T., 2019. BIM adoption across the Chinese AEC industries: An extended BIM adoption model. Journal of Computational Design and Engineering, 6(2). Date Views 5.04.2020 doi.org/10.1016/j.jcde.2018.06.001.
8. Horchkanov Y.Y., Nykolenko N.S., Hushchyna Y.V. Orhanyzatsyonno-tekhnolohycheskye osobennosti upravleniya stroytelnumy proektamy na osnove BIM-modelyrovaniya // Inzhenernyi vestnyk Dona. 2019. №9. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n9y2019/6210.
9. Mudryi I.B. Poriadok ta realizatsiia pryntsyviv formuvannia efektyvnoho kompletu strilovykh kraniv. Zbirnyk naukovykh prats «Upravlinnia rozvytkom skladnykh system». Kyiv, 2017. № 30. S. 156-162.

Список використаної літератури

1. Алгоритм анализа организационно-технологических решений восстановления стен при ревитализации промышленных зданий / В. В. Савйовский, А. П. Броневський, Е. Г. Каржинерова // [Будівельне виробництво](#). - 2017. - № 62(1). - С. 5-10
2. Проектирование организационно-технологических схем и моделей возведения объектов : учеб. пособие / В. А. Лось; Новосиб. гос. Архитектур.-р-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2010. – 128 с.
3. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. К.: Украхбудінформ, 2016. 46 с.
4. http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/TVD_10_1_Sinenko_Doroshin_Gergokov.pdf_ecae03a45a.pdf
5. Гусаков А.А. Системотехника / А.А. Гусаков, В.О. Чулков, Н.И. Ильин – М.: Новое тысячелетие, 2002, – 768 с
6. Мудрий І. Б. Перспективи використання технології інформаційного моделювання при розробці проектів організації будівництва // Науковий вісник будівництва. – 2020. – Т. 100, № 2. – С. 132–137
7. Herr, C.M. and Fischer T., 2019. BIM adoption across the Chinese AEC industries: An extended BIM adoption model. Journal of Computational Design and Engineering, 6(2). Date Views 5.04.2020 doi.org/10.1016/j.jcde.2018.06.001.
8. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гущина Ю.В. Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона. 2019. №9. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n9y2019/6210.
9. Мудрий І.Б. Порядок та реалізація принципів формування ефективного комплекту стрілових кранів. Збірник наукових праць «Управління розвитком складних систем». Київ, 2017. № 30. С. 156-162.

УДК 712.2:72.012.036

ЛЕНДФОРМНИЙ ПІДХІД У ПРОЕКТУВАННІ ЯК КОНЦЕПЦІЯ СУЧАСНОСТІ

LANDFORM APPROACH AT DESIGN AS A CONCEPTION OF MODERNITY

**Новосельчук Н.Є., к.арх., доцент, Михайлова А.Б., студентка
(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка», м. Полтава)**

**Novoselchuk N.E, Ph.D., associate professor, Mykhailova A.B., student
(National University «Poltava Polytechnica n.a. Yuriy Kondratyuk»)**

Стійкість і збереження навколишнього середовища шляхом створення більш екологічних будівель, що запобігають негативному впливу, є актуальною темою для будівельників та архітекторів. У статті визначені принципові підходи щодо зведення об'єктів лендформної архітектури, проаналізовано особливості рельєфу, що виступає засобом формоутворення і є найбільш стабільним компонентом ландшафту.

As for today the land form architecture at the level of design and spatial organization of an object implements the idea of interaction in the system "man - nature - architecture". The land form architecture allows the architects to design building and environment, that evolves in time, complies with natural, climatic changes and customer's requirements. Such architecture opens new possibilities for interrelations between nature, man and artificial environment. Prerequisites to the land form development of architecture that resulted from global ecological problems in the world, are qualified as the ecological, economic, bioclimatic and psychological pre-conditions.

It is determined that design of buildings based on the land form approach takes place by means of land topography, that is the most stable component of landscape, determined by slopes and has a various structure. Relief is characterized by superficial and underground water, vegetation, soil. It is set that building of objects of the land form architecture is directly related to the topography of locality and the existent ecological state of territory that is its natural and climatic factors must be analyzed.

It is determined that whilst designing of the land form buildings it is possible to meet two fundamental approaches: use for object building the existent natural relief and creation of artificial relief and integration of a building in such relief basing on town-planning, composition, economic and other considerations.

Basing on the empiric experience analysis of the land form buildings, it was educed that the semideepen buildings are the most widespread, they take advantage as for creation of microclimate, insolation, wind shield, energy-savings, ecological compatibility, helio-protection, visual comfort and rational use of territory. It is

determined that the land form architecture is characterized by visual disappearance of building and loss of traditional architectural form - facades.

Thus, the basic task of such buildings is submission of their volumes to the relief form, character individuality, integrity of perception of the object in the context of nature, and also creation of the comfort biopositive building. School of the land form architecture opens new possibilities for interrelation between nature, man and artificial environment.

*Ключові слова: лендформна архітектура, ландшафт, рельєф, інтеграція.
Key words: landform architecture, landscape, relief, integration.*

Вступ. В сучасній архітектурній практиці «будівництво по формі рельєфу» – це набагато більше, ніж просто формальна стратегія. Нові методи проектування, нові технології, потреба в покращенні екологічних характеристик, вибір на користь органічних підходів, екологічних матеріалів і конструкцій – викликали переосмислення традиційного відношення архітектури до землі та сприяли становленню лендформної архітектури як окремого напрямку наприкінці ХХ століття. Тому для архітектора є актуальними такі теми, як стійкість і збереження навколишнього середовища шляхом створення більш екологічних структур, що запобігають негативному впливу.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідженню лендформної архітектури присвячена низка закордонних публікацій вчених та практиків. Це робота S. Allen та M. McQuade «Landform Building: Architecture's New Terrain» [1], де проаналізовані лендформна будівлі таких архітекторів як T. Dean, J. Ishigami, T. Ito, T. Kimura, A.P. Kis, M. Maitzan, R. Nishizawa, C. Taylor, D. Perrault, P. Rahm та ін. Це питання розглядається також у роботах українських вчених Н.Я. Крижановської [2], І.М. Волинець [3], Я.Ю. Кузнецової [4] та ін. Аналіз лендформної архітектури у якості різновиду екологічного напрямку проводиться у дослідженнях М. Карпо [5], Р. Торен [6], П. Табб [7], Ч. Дженкс [8], Р. Дж. Корнер [9].

Практичний досвід щодо використання лендформного підходу в архітектурі проаналізовано у роботах архітекторів та архітектурних груп: M. Sorkin, K. Yeang, E. Ambasz, Sh. Endo, Fr.R.D. Hundertwasser, K. Kum, P. Eisenman та ін. MVRDV (Нідерланди), OFF Architecture (Франція), Jade + QA (Великобританія), Chartier Dalix (Франція), Bercy Chen Studio (США), Chyutin Architects (Ізраїль), Chartier-Dalix Architects (Франція), GLUCK+ (США), Bjarke Ingels Group (BIG) (США), Deca Architecture (Греція), Signum Architecture (США), Reardon Smith Architects (Великобританія), Grant Associates (Великобританія) та інші.

Метою статті є визначення особливостей лендформної архітектури та рельєфу як головного формоутворюючого компоненту, встановлення основних методів формування архітектури на основі лендформного підходу.

Постановка завдання. Визначити особливості рельєфу місцевості, що виступає головним формоутворюючим компонентом лендформної архітектури. Встановити принципові методи її формування. Навести аналітичні матеріали, які необхідні для проектування лендформної будівлі.

Виклад основного матеріалу. Зв'язок людини, архітектури і природи завжди був нерозривний. На основі аналізу історичного шляху розвитку лендформної архітектури встановлено, що взаємодія споруд із землею бере свій початок від 40 тисяч років до нашої ери при створенні печер, землянок, курганів, підземного житла тощо. Ученими відмічається, що шлях до гуманізації архітектури полягає у її звернення до природи та створенні архітектурних форм, «люблячих» свій ландшафт.

На межі ХХ–ХХІ століть зв'язок природи і архітектури стає як ніколи актуальним – архітектура набуває розвитку за екологічною парадигмою. З'являються нові напрями: органічна, біоморфна, «зелена», «природоінтегрована», «екостійка» архітектура, лендформна архітектура та ін. Сучасні екологічні тенденції демонструють необхідність формування архітектурного простору у взаємозв'язку із природою.

Лендформний підхід в архітектурі формується на початку 1990-х рр., коли отримують розвиток теорія складності та нелінійної парадигми. У 2011 році американським теоретиком і ландшафтним архітектором Ч. Джексоном було вперше введено термін «лендформи» [8] і розглянуто таку архітектуру як нових підхід, де відбувається інтеграція природи (рельєфу) із штучним об'єктом з метою створення єдиної цілісної структури.

На сьогодні лендформна архітектура розглядається як напрям, який реалізує органічний підхід до формоутворення і просторової організації на основі інтеграції об'єкта із землею. Створюючи модернові прийоми формоутворення, лендформна архітектура поєднує такі галузі як містобудування, будівництво, екологія, архітектура, ландшафтний дизайн [8].

Формоутворення будівель на основі лендформного підходу відбувається за допомогою рельєфу місцевості, що показує різні варіанти взаємодії. Рельєф, що визначається нахилом, є найбільш стабільним компонентом ландшафту та має різну будову – гора, пагорб, рівнина, яр, плато, котловина й ін. Рельєф також характеризують поверхневі й підземні води, рослинність, ґрунт. Таким чином, будівництво об'єктів лендформної архітектури прямо пов'язане із топографією місцевості, де найбільш частим є використання таких типів рельєфу як пагорб, гора, рівнина. Нахил пагорбу безпосередньо впливає на характер його забудови і характеризується:

- крутизною – невеликою 15-20%, середньою – 20-30% та підвищеною – 30-45% [2];

- фізичними розмірами елементарної форми рельєфу (довжина, ширина, висота над поверхнею землі, площа, яку займає);
- характером освітленості поверхні. При цьому перевагу потрібно віддавати південним, східним та західним пагорбам;
- вітровим режимом та характером впливу на поверхню пануючого вітру. Для зведення лендформних будівель доцільно віддавати перевагу пагорбу з навітряної сторони.

Необхідним є проведення аналізу існуючого екологічного стану території та природно-кліматичних факторів, який включає такі аналітичні матеріали, як:

- карта геологічної будови рельєфу;
- карта форми та конфігурації рельєфу;
- карта кліматичного районування ділянки, що містить дані про інсоляцію, орієнтацію, вітровий режим та аерацію пагорбів;
- карта дефектних ділянок території за різними ознаками.

Також необхідним є розроблення заходів по мінімізації негативного антропогенного впливу, такого як захист від вітру, шуму, пилу. Проведений аналіз переваг і недоліків території проектування об'єкту лендформної архітектури дає можливість визначити формоутворюючі характеристики рельєфу.

Залежно від розташування базової площини будівлі до рівня поверхні землі або ґрунту та заглиблення в «тіло» ландшафту лендформні об'єкти можуть бути: 1 – наземні (наземні, розташовані базовою площиною на поверхні землі; прибудовані до схилу; вбудовані у схил); 2 – заглиблені; 3 – підземні [11]. При цьому ґрунт використовується як оздоблювальний та теплоізолюючий матеріал.

На практиці найбільш розповсюдженим типом лендформних будівель є напівзаглиблені, що мають переваги щодо створення мікроклімату, інсоляції, вітрозахисту, енергозбереження, екологічності, геліозахисту, а також візуального комфорту і раціонального використання території за рахунок просторового ресурсу.

При проектуванні архітектурних об'єктів на основі лендформного підходу морфотип ландшафту виступає в якості основи формоутворення. Така архітектура створюється за допомогою двох методів:

1. Наслідування природної форми рельєфу (протитипу) – при використанні природного рельєфу будівля підпорядковується йому з максимальним збереженням існуючої природної ситуації. Необхідно прагнути до максимального збереження рельєфу, зведення до мінімуму об'ємів зрізання та підсилення ґрунту та збереження рослинності (рис. 1);

2. Створення штучного рельєфу – лендформна будівля не розташовується на ділянці проектування, а сама будує ділянку та її новий рельєф (рис. 2).



Рис. 1. Вілла Вальс, Швейцарія. Архітектори SeArch, 2009 р. [10].
Приєм візуального зникнення будівлі – абсорбція об'єкта з природним оточенням і його асиміляція з екологічною структурою



Рис. 2. Штучна гора для мультифункціонального центру у Денії поблизу Аліканте, Іспанія (В. Гуальяр, 2002 р.) [11]. Приєм терасування – зведення об'єктів на пагорбах, схилах, горах та створення штучного рельєфу

У результаті часткового або повного заглиблення будівлі в рельєф відбувається її візуальне зникнення і втрата звичної архітектурної форми – фасадів. Отже, змінена традиційна архітектура та ізоморфізм штучної будівлі з природним оточенням і рельєфом є характерними ознаками лендформних об'єктів.

До сучасних тенденцій формоутворення будівель на основі лендформного підходу можна виділити такі, як:

- повернення лендформної архітектури до історичних прототипів, що відображається у створенні земляних будинків-печер та будинків-нор;
- намагання зменшити візуальний вплив архітектури на ландшафт та відтворити зв'язок між природою та архітектурою;
- розташування лендформного об'єкту на ділянці проектування з метою формування ним генплану ділянки;
- активне використання енергозберігаючих технологій.

Висновки. Рельєф, що показує різні варіанти взаємодії із будівлею, виступає найбільш стабільним та головним формоутворюючим компонентом лендформної архітектури. При цьому найбільш характерним типом є напівзаглиблені будівлі, що мають низку переваг.

У результаті екологічної кризи в кінці ХХ – початку ХХІ століть відбувається поширення будівництва об'єктів на основі лендформного підходу. Цей підхід демонструє новітні напрями в архітектурі та є спробою зробити помітний вклад у подолання екологічної ситуації у світі.

References

1. Allen S. Landform Building : Architecture's New Terrain. Baden : Schirmer-Mosel, 2011. 416 p.
2. Kryzhanovskaia N. Ya., Smyrnova O. V. Henezys formirovaniya ynnovatsyonnykh zdaniy u sooruzheniy v horodskoi srede : monohrafiya. Kharkov : 2016. 189 s.
3. Linda S.M., Volynets I.M. Teoertychny peredumovy formuvannia lendfornykh proektiv. Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. K., KNUBA, 2014. Vyp. 35. S. 136-142.
4. Kuznietsova Ya.Iu. Arkhitekturne formoutvorennia pryrodointehrovanykh budivel i sporud»: dys.. ... kand. arkh. 18.00.01 Kharkiv, 2020. 200 s.
5. Carpo M. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester : Wiley, 2013. 264 p.
6. Thoren R. Landscapes of Change : innovative designs and reinvented sites. Portland, OR : Timber Press, 2014. 264 p.
7. Tabb P. The Greening of Architecture : A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design. Burlington, VT : Ashgate Pub. Co, 2013. 193 p.
8. Jencks C. The Universe in the Landscape : landforms. London : Frances Lincoln, 2011. 288 p.

9. Corner J. The Landscape Imagination : Collected Essays of James Corner 1990 – 2010. New York : Princeton Architectural Press, 2014. — 320 p.

10. Est li zhyzn pod zemlej? URL: <https://mypleer.com/?p=7555> (data zvernennya 02.11.2021).

11. Novoselchuk N., Shevchenko L., Kamal M.A. (2022) Ways of Integration of the Landform Architecture Buildings with Landscape. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181, pp. 525-534.

12. Guallart Architects. URL: guallart.com/projects/denia-mountain (data zvernennya 29.10.2021).

Список використаної літератури

1. Allen S. Landform Building : Architecture's New Terrain. Baden : Schirmer-Mosel, 2011. 416 p.

2. Крижановская Н. Я., Смирнова О. В. Генезис формирования инновационных зданий и сооружений в городской среде : монография. Харьков : 2016. 189 с.

3. Лінда С.М., Волинець І.М. Теоретичні передумови формування лендфорних проєктів. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. К., КНУБА, 2014. Вип. 35. С. 136-142.

4. Кузнецова Я.Ю. Архітектурне формоутворення природоінтегрованих будівель і споруд» : дис. ... канд. арх. 18.00.01 Харків, 2020. 200 с.

5. Carpo M. The Digital Turn in Architecture 1992-2012. Chichester : Wiley, 2013. 264 p.

6. Thoren R. Landscapes of Change : innovative designs and reinvented sites. Portland, OR : Timber Press, 2014. 264 p.

7. Tabb P. The Greening of Architecture : A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design. Burlington, VT : Ashgate Pub. Co, 2013. 193 p.

8. Jencks C. The Universe in the Landscape : landforms. London : Frances Lincoln, 2011. 288 p.

9. Corner J. The Landscape Imagination : Collected Essays of James Corner 1990 – 2010. New York : Princeton Architectural Press, 2014. — 320 p.

10. Есть ли жизнь под землей? URL: <https://mypleer.com/?p=7555> (дата звернення 02.11.2021).

11. Novoselchuk N., Shevchenko L., Kamal M.A. (2022) Ways of Integration of the Landform Architecture Buildings with Landscape. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimov A. (eds) Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. ICBI 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 181, pp. 525-534.

12. Guallart Architects. URL: guallart.com/projects/denia-mountain (дата звернення 29.10.2021).

**АНАЛІЗ ПРАКТИКИ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ
ПІШОХІДНИХ ПРОСТОРІВ У МІСТАХ УКРАЇНИ**

**ANALYSIS OF THE PRACTICE OF FORMATION AND
FUNCTIONING OF PEDESTRIAN SPACES IN THE CITIES OF
UKRAINE**

**Осетрін М.М., к.т.н. професор кафедри міське будівництво;
Петруня О.М., асистент кафедри міське будівництво (Київський
національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна)**

**Osetrin M.M., PhD professor the Department of Urban Development;
Petrunya O.M., s. at the Department of Urban Development (Kyiv National
University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine)**

В статті представлений аналіз практики формування і функціонування пішохідних просторів в містах України. Були розглянуті проекти з реконструкції пішохідних просторів в містах Київ, Одеса, Івано-Франківськ, Львів, Чернівці, Чернігів та ін. Метою створення пішохідного простору є необхідність раціонального перерозподілу території та впорядкування руху транспортних засобів для підвищення рівня безпеки руху пішоходів в містах.

In the modern period on the territory of Ukraine there are significant changes in the processes of urban pedestrian space development. Trends in urban design and analysis of domestic experience show that the pedestrian space with a high level of quality redistribution of the territory determines the formation of calm and safe urban environment and increases the tourist attractiveness. The article considers the analysis of the practice of formation and functioning of pedestrian space in the cities of Ukraine. There were considered the projects of pedestrian space reconstruction in the cities of Ivano-Frankivsk, Lviv, Chernivtsi, etc. The purpose of creating the pedestrian space is the need for rational redistribution of territory and streamlining of vehicles to increase the safety level of pedestrians in the cities. Pedestrian space is a naturally formed or artificially designed, unified living environment. It is a cultural, multidimensional, functional, aesthetic object, the organization of which is determined by social requirements. It is designed for people to move freely to the places of work, study, service and recreation in a designated area where the movement of motor vehicles is prohibited (except for special service vehicles, utilities and vehicles for people with disability). The article analyzes new approaches to the design of pedestrian spaces in different cities of Ukraine. When developing reconstruction projects and new pedestrian spaces, the diagrammatic statistical surveys of territories are conducted. Since each city is unique and has an individual architectural character, it makes impossible to have the one organized "model of improving the existing pedestrian space." As a result of the

conducted researches, the basic principles of the organization of pedestrian space in the cities of Ukraine have been formed.

According to the Laws of Ukraine "On Road Traffic", "On Automobile Roads (Highways)", "About Local Self-Government in Ukraine", corresponding to the decisions of city commissions on road safety - executive committees of city councils of Ukraine develop schemes of master plans of the cities taking into account the conditions of safe and reliable pedestrian mobility.

Ключові слова: пішохідний простір, міста України, життєве середовище, формування пішохідних просторів.

Key words: pedestrian space, cities of Ukraine, living environment, formation of pedestrian spaces.

Постановка проблеми. Пішохідний простір – це природньо сформоване або штучно сплановане, уніфіковане життєве середовище. Це культурний, багатомірний, функціональний, естетичний об'єкт, організація якого визначається соціальними вимогами. Він призначений для вільного пересування населення до місць праці, навчання, об'єктів обслуговування та відпочинку по виділеній території, на якій заборонений рух на моторизованих транспортних засобах (за винятком автомобілів спецслужб, комунальної техніки та транспортних засобів для інвалідів) [1].

Головна мета. Метою створення пішохідного простору є необхідність раціонального перерозподілу території, впорядкування руху транспортних засобів для підвищення рівня безпеки руху пішоходів в містах. Простори привабливі для прогулянок пішоходів, мають комфортні умови руху для формування спокійного та безпечного оточуючого міського середовища, спрямовані на підвищення туристичної привабливості.

Завдання дослідження: розкрити зміст поняття пішохідного простору, надати огляд сучасних теоретичних підходів до проектування, провести аналіз практики формування і функціонування пішохідних просторів в містах України.

Виклад основного матеріалу. Певний інтерес щодо практики проектування, формування та функціонування пішохідних просторів представляє закордонний досвід. На основі статистичного опитування, найбільш пішохідними в країнах Європи визначені міста – Вашингтон, Нью-Йорк і Бостон. Найменш пішохідними є: Тампа, Фенікс і Орlando. В містах Франції пішохідні території поділяються на класи: клас ТА – переважно пішохідні простори; ТВ – переважно пішохідні простори, але допускається рух обслуговуючого транспорту; ТС – пішохідні, з можливістю руху обслуговуючого і пасажирського транспорту.

Сучасна світова практика часто вражає своїми інноваційними підходами. Одним із таких прикладів є розміщений на висоті 10 м від

поверхні землі, на території надземної залізниці, пішохідний простір Хай-Лайн (The High Line) на Манхетені [2].



Рис. 1, 2. Пішохідний простір Хай-Лайн (The High Line) на Манхетені

В Україні перші пішохідні зони створювалися у 1960-х роках. В період 1980-х років були створені пішохідні вулиці у містах Київ, Берегове, Мукачєво, Ужгороді, Виноградіві, Львові, Одесі. Формувались пішохідні зони в Івано-Франківську, Луцьку, Тернополі.

В сучасний період на території України відбуваються значні зміни в процесах розвитку пішохідних просторів в містах. Формуються нові підходи до проектування даних об'єктів в містобудуванні та архітектурі.

На Закарпатті практика пішохідних вулиць має давню історію. В містах існують території, виділені для пішохідного руху і називаються "корзо", що в перекладі з італійської мови означає «місце для прогулянок» [3]. В 2017 році в Івано-Франківську була створена пішохідна зона в історичному центрі міста в межах вулиць Галицька, Станіславська, Тринітарська, Шеремети, Старозамкова, Страчених Націоналістів, Вірменська, Труша, площі Ринок та майдану Шептицького, розроблена з урахуванням принципів універсального дизайну. Цінністю в сучасному урбанізованому просторі є доступ до води, тому популярні місця для відпочинку часто концентруються уздовж річок або озер. Набережна у Тернополі стала прикладом формування подібного пішохідного середовища. У 2018 році проект отримав гран-прі всеукраїнського конкурсу архітектури та урбаністики Ukrainian Urban Awards [4]. Сьогодні в Україні майже всі міста мають пішохідні простори. Особливо це характерно для туристичних міст типу Львів, Чернівці, Ужгород, Коломия та ін.



Рис.3. Пішохідна зона в історичному центрі міста Івано-Франківськ

У Львові пішохідні простори існують у формі окремих фрагментарних ділянок, що не являють собою цілісну взаємопов'язану систему. У Львові такі території почали створювати в 2010 році. Вони поєднують 26 вулиць і площ в історичному центрі міста. В роки XIX – на початку XX ст. в забудові Львова виділяються риси архітектурного стилю – модерн або «сецесія», сформованого під впливом віденського «сеціону» [5]. Місто Львів також, як і більшість міст України, відходить від пострадянського мислення в контексті вуличного планування і проектування та обирає європейську практику. Спостерігається використання нових матеріалів і конструкцій, декоративних орнаментів, стилізованих рослинних мотивів та залізних решіток. Так звана сучасність у поєднанні з історично сформованими елементами у вигляді керамічних вставок та кольорових вітражів [6, 7].



Рис.4. Пішохідний простір у місті Львів, 2021р.

Оскільки кожне місто є унікальним і має індивідуальний архітектурний характер, то це унеможливує існування однієї загальноорганізованої «моделі вдосконалення існуючого пішохідного простору». При розробці проектів реконструкції та створенні нових пішохідних просторів, проводились ситуаційні статистичні обстеження територій. На основі проведеного аналізу формування і функціонування пішохідних просторів в містах України, виділені певні види пішохідних просторів.

Таким чином, даний простір сприймається як системний об'єкт і складається із 3-х категорій:

1. Простір – описує загальні фізичні характеристики об'єкту: за формою, розміром, планом і масштабом.

2. Поєднання і розміщення архітектурних, містобудівних об'ємів у просторі і часі – характеризує тип композиції даного пішохідного простору і поділяється на види: замкнений, напівзамкнений та відкритий

3. Об'ємно-просторова композиція у поєднанні із функціональним призначенням. Описує художній образ даного простору і має емоційний вплив на людину [8].

Висновки. Проаналізовані нові підходи щодо проектування пішохідних просторів у різних за величиною містах України свідчать про те, що практика користування простором радянського періоду себе вичерпала.

Тенденції містобудівного проектування, аналіз вітчизняного досвіду свідчить, що пішохідний простір з високим рівнем якісного життєвого середовища впливає на зниження рівня злочинності та кількості ДТП, сприяє розвитку позитивної соціальної активності на вулицях та веденню «здорового» способу життя. Такі простори привабливі для прогулянок і мають комфортні умови руху для пішоходів. Вони включають всі елементи, необхідні для сучасного міського життя, як функціональні потреби сьогодення, так і духовні цінності, створені в минулому [9].

Керуючись Законами України «Про дорожній рух», «Про автомобільні дороги», «Про місцеве самоврядування в Україні», відповідно до прийнятих рішень міських комісії з безпеки дорожнього руху, виконавчі комітети міських рад міст України, розробляють схеми генеральних планів міст з урахуванням умов безпечної і надійної пішохідної мобільності для жителів [10].

У містобудівній практиці ідея багатофункціональності міського середовища вплинула на пошук нових підходів до формування пішохідних просторів містах України.

References

1. Valeev P. Peshekhodnye prostranstva gorodskih centrov / P. Valeev. – Moskva Strojizdat 1983.
2. Архитектура. Park ХайЛайн в НьюЙорке. - FotoTelegraf. Yllyustryrovannyj ynternet-zhurnal o sobytyyax v myre. 2021. [Digital source] .– Access: <https://fototelegraf.ru>

3. Novi pishoxidni vulyci Ivano-Frankivska. - Livejournal. – 2018. [Digital source] .– Access: <https://alex-shutyuk.livejournal.com/502595.html>
4. 15 najkrashhyh urbanistychnyh proyektiv desyatylyttya. - К.: Kyivskiy miskiy zhurnal «Хмарочос», 2020. [Digital source] .– Access: <https://hmarochos.kiev.ua/2020/12/30/15-najkrashhyh-urbanistychnyh-proyektiv-desyatylyttya-v-ukrayini/>
5. Lemko I. 1243 vulici L'vova (1939-2009). – L'viv: Apriori, 2009. – S.98.
6. Turistichnij putivnik: L'viv. – L'viv: Centr Єvropi, 2007. – S.171.
7. Novyny - Vulycya dlya vsix: chomu Lviv nazyvayut najuspishishym u planuvanni vulychnogo seredovyshha. – Lviv: Instytut Prosvity, 2021. <https://iprosvita.com>
8. Linch K. Obraz goroda. / K. Linch. – М.: «Stojizdat», 1982. – 328 s.
9. Petrunya O.M. Sposobi reguluyannya ta vdoskonalennya bezpeki pishohidnogo ruhu u mistah. – К.: Mistobuduvannya ta teritorial'ne planuvannya". КНУБА, 2018. Vip. 68. S. 449-452.
10. ДБН В.2.2-12:2018. Planuvannya i zabudova teritorij. – К.: Minregion Ukraïni, 2018. –179 s.

Список використаної літератури

1. Валеев П. Пешеходные пространства городских центров / П. Валеев. – Москва Стройиздат 1983.
2. Архитектура. Парк Хай-Лайн в Нью-Йорке. - ФотоТелеграф. Иллюстрированный интернет-журнал о событиях в мире. 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://fototelegraf.ru>
3. Нові пішохідні вулиці Івано-Франківська. - LiveJournal. 2018/ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alex-shutyuk.livejournal.com/502595.html>
4. 15 найкращих урбаністичних проєктів десятиліття. - К.: Київський міський журнал «Хмарочос», 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2020/12/30/15-najkrashhyh-urbanistychnyh-proyektiv-desyatylyttya-v-ukrayini/>
5. Лемко І. 1243 вулиці Львова (1939-2009). – Львів: Априорі, 2009. – С.98.
6. Туристичний путівник: Львів. – Львів: Центр Європи, 2007. – С.171.
7. Новини - Вулиця для всіх: чому Львів називають найуспішнішим у плануванні вуличного середовища. – Львів: Інститут Просвіти, 2021. [Електронний ресурс] .– Режим доступу: <https://iprosvita.com>
8. Линч К. Образ города. / К. Линч. – М.: «Стойиздат», 1982. – 328 с.
9. Петруня О.М. Способы регулирования та вдосконалення безпеки пішохідного руху у містах. – К.: Містобудування та територіальне планування". КНУБА, 2018. Вип. 68. С. 449-452.
10. ДБН В.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. – К.: Мінірегіон України, 2018. –179 с.

МІСТОБУДІВНИЙ SWOT-АНАЛІЗ СМТ. ЛУКІВ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

URBAN PLANNING SWOT-ANALYSIS OF SETTLEMENT LUKIV OF VOLYN REGION

**Парфентьєва І.О., к.т.н., доцент, Мельник Ю.А., к.т.н., доцент,
Сокур Т.Д., студентка (Луцький національний технічний університет)**

**Parfentieva I. O., Ph.D., associate professor, Melnyk Yu.A., Ph.D.,
associate professor, Sokur T.D., student (Lutsk National Technical
University, Lutsk)**

Містобудування здавна вважалося одним із головних аспектів створення та підтримання гармонійного життєвого середовища. Усі населені пункти повинні мати генеральний план розвитку, для створення такої містобудівної документації потрібно провести детальний аналіз території, в результаті якого ми зможемо підкреслити усі переваги та компенсувати певні недоліки проектованої території. В роботі проаналізоване селище Луків, яке має великий туристичний потенціал, але через неправильне використання ресурсів лишається поза увагою.

In modern urban planning, more than half of the money and time is spent on research of the projected area. Cities, villages and settlements are constantly developing and improving, along with them the science of urban planning is developing, when planning and forecasting the development of settlements it is necessary to take into account the needs of these territories in different resources, take into account the needs of economic growth negative and positive consequences for the environment and life of people living and working in these areas.

When analyzing any area, more and more often resort to the so-called SWOT-analysis. Analyzing the projected area, we also used this method, considering such positions as: geographical location, natural and climatic conditions of the territory; administrative-territorial division; demographic situation and housing stock; urban infrastructure.

Lukiv is a village with a great history and a large number of historical monuments. When planning such a city, it is necessary to take into account its features, harmoniously combining natural and anthropogenic elements of the urban environment, as well as to conduct additional historical and urban planning research. When designing something new, this object must become part of the overall concept that already exists.

We should also not forget about the analysis of the comfort of the urban environment, the main indicator of which is the microclimate of the area. The state of the microclimate is influenced by the ratio of functional zones, the presence of greenery, building density, the amount of concentration of harmful substances in the air, etc..

Taking into account the analysis of the territory and identifying its strengths and weaknesses, opportunities and threats, it is possible to make urban planning decisions

for the further development of Lukov. This village has a significant urban potential, favorable economic and geographical location, many free areas for housing and public and industrial warehousing.

Ключові слова: містобудівний аналіз, туристичний потенціал, історико-культурна спадщина, SWOT-аналіз, планування території.

Keywords: urban analysis, tourist potential, historical and cultural heritage, SWOT-analysis, territory planning.

Аналіз останніх досліджень та постановка задачі. Містобудівне планування на сьогоднішній день виступає як основний етап управління територіальним розвитком міста, і це стосується не тільки великих міст, але й маленьких містечок, адже за кількісним складом вони переважають.

Для виявлення основних напрямків планування території будь якого населеного пункту необхідно провести її містобудівний аналіз [1]. Від результатів такого аналізу залежать розробка перспективних шляхів управління даною територією.

Мати повне уявлення про стан містобудівного об'єкта в перспективі можна лише використовуючи методи прогнозування та планування. Згідно з матеріалами [2, 3] методи прогнозування в містобудуванні – це стратегічні припущення напрямків урбанізації території, а методи планування – це графічне відтворення прийнятих прогнозованих рішень з врахуванням способу організації території.

При аналізі будь якої території все частіше звертаються до так званого SWOT-аналізу.

SWOT – один з популярних та найбільш ефективний метод обробки та аналізу інформації, який застосовується в різних сферах, в тому числі і містобудівній, зараз це невід'ємна частина розробки стратегій регіонального розвитку [4].

Містобудівний SWOT-аналіз ґрунтується на встановленні зв'язку між різними позитивними та негативними факторами розвитку населеного пункту, на основі зібраних даних розробляється план його розвитку .

Методологія SWOT-аналізу полягає у виявленні сильних і слабких сторін, можливостей та загроз, та встановленні зв'язків між ними, що в подальшому використовуються для формування стратегії розвитку території [5].

Містобудівний аналіз за таким принципом передбачає групування різних факторів впливу на зовнішні та внутрішні, після чого визначається розподіл їх з позиції позитивного або негативного впливу на функціонування та діяльність даної території.

Основною перевагою такого аналізу є зручність у використанні, він допомагає легко систематизувати та упорядкувати велику кількість даних.

Враховуючи вищесказане можна виділити головні елементи містобудівного SWOT-аналізу (рис.1).

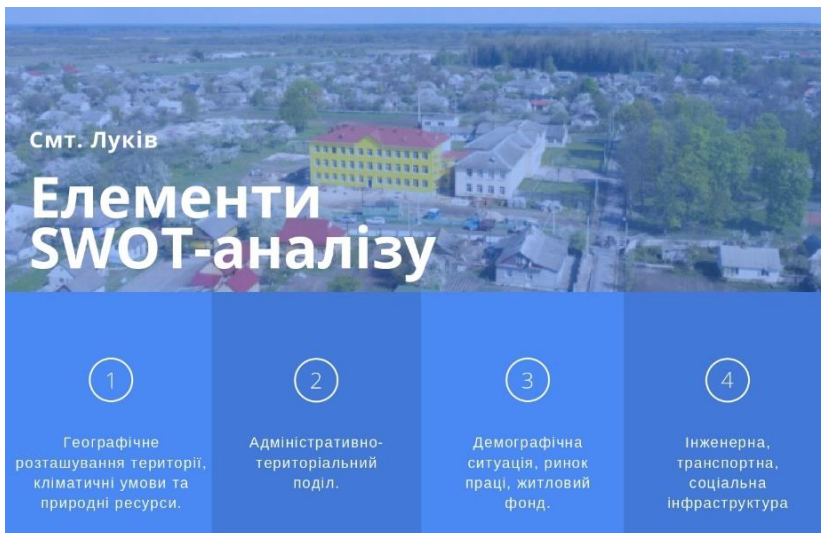


Рис.1. Елементи SWOT-аналізу

Внаслідок результату такого аналізу формуються цілі і завдання стратегічного розвитку населеного пункту.

Отже, висвітлення пріоритетних умов розвитку міських та сільських територій та їх покращення відбувається під впливом всебічного аналізу за допомогою функціонального зонування території і розробки детальних схем наявних ресурсів і об'єктів.

Зі швидкими темпами урбанізації територій на сьогодні є доцільним проведення містобудівного SWOT-аналізу населених пунктів, для подальшої розробки стратегії їх розвитку.

Виклад основного матеріалу

На сьогоднішній день селище міського типу Луків – центр Луківської селищної ради та об'єднаної територіальної громади. Розташоване дане смт у Турійському районі Волинської області. Площа, яку займає Луків, складає близько 6,93 км². Дана територія розташована поблизу двох міжнародних автомагістралей (Е85 – 33 км, Е373 – 2 км) та в безпосередній близькості до кордонів Польщі – 40 км і Білорусії – 46 км [6].

Проаналізувавши дану територію за географічним розташуванням, кліматичними умовами та природними ресурсами можна сказати, що загалом вся Волинська область, в межах якої знаходиться смт. Луків вважається індустріально-аграрним регіоном, клімат проектованої території помірний, йому характерні теплі та м'які зими, відлиги, затяжні весна та осінь, переважають вітри західних і південно-східних напрямків.

Луків розташований в Південно-східній (Луцько-Ковельській) підзоні урбанізації, з планувальним центром м. Ковель, який знаходиться недалеко від смт. В селищі функціонують підприємства харчової, будівельної то переробних галузей. Харчова галузь представлена двома підприємствами ТОВ «Мацеїв», яке спеціалізується на виробництві м'ясних продуктів та пекарня, яка виготовляє хлібобулочні вироби. За будівельну галузь відповідає ВАТ «Луківська ПМК-198», яка здійснює будівельно-монтажні роботи. В переробній галузі працює Луківська льононасінева станція [6].

Згідно Постанов Кабінету міністрів України від 26.07.2001 №878 «Про затвердження Списку історичних населених місць України» Луків занесено до Списку історичних населених місць України [7].

Із архітектурних пам'яток тут збереглися: костел святого Станіслава і Анни (16 ст), церква святої Параскеви (1723 р), дзвіниця церкви Св. Параскеви (1723 р.), вони належать до пам'яток архітектури національного значення; пам'ятки архітектури місцевого значення палац Мйончинських (18 ст), разом з яким був створений «англійський» парк, який внесено до складу природно-заповідного фонду України, споруда Луківського відділу КДБ, також є декілька вже зруйнованих пам'яток [8]. Наявність такої кількості архітектурних пам'яток, робить дану місцевість цікаву для істориків та туристів.

Враховуючи багатогранність об'єктів містобудівного планування Лукова, було проведено містобудівний SWOT-аналіз для виявлення його сильних та слабких сторін табл. 1. Ці дані можна буде використати для розробки подальшої стратегії розвитку даної ОТГ.

При виявленні сильних та слабких сторін селища, аналіз проводився з позицій: географічного положення та природо-кліматичних умов; адміністративно-територіального поділу; демографічної ситуації та житлового фонду; містобудівної інфраструктури.

Проаналізувавши сильні та слабкі сторони смт. Лукова можна визначити основні можливості та загрози, які має дана територія в результаті її функціонування в існуючому вигляді табл. 2.

Враховуючий проведений аналіз території та визначивши її сильні та слабкі сторони, можливості та загрози, можна приймати містобудівні рішення щодо подальшого розвитку Лукова. Ці рішення мають бути обґрунтованими і спрямованими на покращення соціальної, економічної, екологічної та інших складових селища.

Висновок. Провівши містобудівний SWOT-аналіз смт. Луків Волинської області, можна стверджувати, що дане селище має значний містобудівний потенціал, сприятливе економіко-географічне положення, багато вільних територій для житлово-громадського та промислово-складського будівництва.

Таблиця 1 – Сильні та слабкі сторони смт. Луків

<u>Сильні сторони</u>	<u>Слабкі сторони</u>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ наявність зручних транспортних зв'язків; ➤ родовища по видобутку глини; ➤ невелика відстань від кордону з Польщею та Білоруссю; ➤ розвинене вирощування зернових та технічних культур; ➤ помірний клімат; ➤ центр Луківського отг; ➤ наявність туристично-рекреаційного потенціалу; ➤ наявність пам'яток архітектури національного значення; ➤ велика кількість працездатного населення; ➤ транспортна доступність; ➤ залізничний та автомобільні вокзали; ➤ забезпеченість селища основними об'єктами соціальної інфраструктури. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ непорядковане використання вільних земель та ресурсів. ➤ мала кількість озеленення. ➤ погана комунікація між селами, які підпорядковуються ОТГ. ➤ слабкий розвиток туристичного бізнесу. ➤ незначний спад кількості населення. ➤ міграція працездатного населення закордон. ➤ мала кількість робочих місць. ➤ відсутність централізованої системи подачі газу. ➤ санітарне очищення території не відповідає вимогам. ➤ незабезпеченість пішохідними тротуарами.

Таблиця 2 – Можливості та загрози території смт. Луків

<u>Можливості</u>	<u>Загрози</u>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ розвиток та розширення існуючих підприємств; ➤ туристична зацікавленість. ➤ розвиток дорожньо-транспортної мережі; ➤ створення території рекреаційного призначення. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ забрудненість селища через відсутність централізованої системи відведення атмосферних вод; ➤ брак фінансування. ➤ занедбаність та руйнація пам'яток архітектури; ➤ незацікавленість громади у розвитку селища.

Наявність пам'яток архітектури національного значення та вільних земельних ресурсів дає можливість розвитку Лукова як історико-культурного центру.

Виявлення загроз даної території дозволить прийняти містобудівні рішення, які пов'язані з усуненням цих ризиків, та врахувати їх у подальшій стратегії розвитку смт. Луків.

References

1. Practice of innovative developments in the field of territorial and spatial development of cities and regions: monograph / under the general. ed. V.T. Semenova, I.E. Linnik; Kharkiv. nat. un-t city. household in them. OHM. Beketova. – Kharkiv: KhNUMG named after OHM. Beketova, 2016. - 300 p.
2. Smilka VA Model of forecasting the development of settlements // Spatial development of the territory: traditions and innovations: materials of the first international scientific-practical. Conf. K.: DKS Center. 2019. S.171-173.
3. Lobanova OP Improving the system of sustainable land use planning of settlements // Balanced nature management. 2017. №1. Pp. 112-116.
4. Nemtsov VD, Strategic Management: Textbook / V. D. Nemtsov, L. E. Dovgan - K.: LLC "UVPK" ExOb", 2002. - P. 203.
5. "SWOT-Analysis. 5 Main Rules, Which You Should Follow "[Digital source] - Access: <https://geniusmarketing.me/lab/swot-analiz-5-glavnyx-pravil-kotoryx-stoit-priderzhivatsya/>
6. Official site of Lukivska UTC [Digital source] .- Access: <http://lukivska.gromada.org.ua>.
7. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of July 26, 2001 № 878 Access : [//zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-p](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-p)
8. Monuments of architecture of the Turiya district of UTC [Digital source] .- Access: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

Список використаної літератури

1. Практика інноваційних розробок у сфері територіально-просторового розвитку міст і регіонів: монографія / під заг. ред. В.Т. Семенова, І.Е. Линник; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова.–Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016. – 300 с.
2. Смілка В.А. Модель прогнозування розвитку населених пунктів // Просторовий розвиток території: традиції та інновації: матеріали І міжнародної наук.-практ. конф. К.:ДКС Центр. 2019. С.171-173.
3. Лобанова О.П. Удосконалення системи планування сталого використання земель населених пунктів // Збалансоване природокористування. 2017. №1. С. 112-116.
4. Немцов В.Д., Стратегічний менеджмент: Навчальний посібник /В. Д. Немцов, Л. С. Довгань – К.: ТОВ „УВПК «ЕксОб», 2002.– С. 203.
5. «SWOT-Анализ. 5 Главных Правил, Которых Стоит Придерживаться» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://geniusmarketing.me/lab/swot-analiz-5-glavnyx-pravil-kotoryx-stoit-priderzhivatsya/>
6. Офіційний сайт Лукивської ОТГ [Електронний ресурс] .- Режим доступу: <http://lukivska.gromada.org.ua>.
7. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 липня 2001 р. № 878 Режим доступу: [//zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-p](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2001-p)
8. Пам'ятки архітектури Турійського району ОТГ [Електронний ресурс] .- Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>

**ВПЛИВ МОНОЛІТНИХ АРМОВАНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА
ТЕПЛОЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ КЛАДКИ З ГАЗОБЕТОННИХ
БЛОКІВ**

**INFLUENCE OF MONOLITHIC REINFORCED ELEMENTS ON
HEAT-PROTECTIVE PROPERTIES OF MASONRY FROM AERATED
CONCRETE BLOCKS**

**Пахолук О.А., к.т.н., доц., Чапук О.С., к.т.н., доц.,
Журавська Г.Ю., магістр (Луцький національний технічний
університет)**

**Pakholiuk O.A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Chapiuk
O.S., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Zhuravska G.Yu., master
(Lutsk National Technical University)**

Проаналізовано варіанти монтажу залізобетонних перекриттів на стінах з газоблоків. Проведено математичне моделювання теплових процесів у вузлах спряження зовнішніх стін та перекриття при експлуатації та перевірку на відповідність вимогам ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

In the design and construction of walls of low-rise residential and public buildings up to 3 floors are often used blocks of structural and thermal insulation aerated concrete autoclave hardening. Despite more than a century of production history in the world, in Ukraine a new wave of application of this material falls on 2006-2010, when a number of enterprises with modern technological lines were built. Thanks to the use of advanced technologies, Ukrainian units are not inferior in quality to the best foreign samples.

A characteristic feature of aerated concrete in comparison with other wall materials is a combination of heat-protective properties and structural strength. It is a completely mineral material, non-combustible and fire-resistant. The effect of high temperatures on aerated concrete does not lead to the release of toxic substances. The material is also biologically stable and does not break down under the action of ultraviolet radiation.

For residential buildings and hotels, the estimated indoor air temperature is taken as 20°C, the estimated value of relative humidity - 55%. Under such conditions, the dew point temperature is 10.7°C. This means that condensate will fall on the inner surface of the external enclosing structures under the design conditions will occur at a temperature of 10.7°C and below. Therefore, the first thing to check is the minimum temperature of the inner surface of the floor joint with the outer wall. The estimated outside air temperature is -22°C.

For residential buildings, children's preschools, schools and health care facilities, the permissible difference between the temperature of the indoor air and the reduced temperature of the inner surface of the outer wall is 4.0 ° C. That is, for the main mass of the wall, the temperature should not fall below 16 ° C. the zone of additional attention

will be horizontal seams between blocks as their thermal conductivity is higher, than thermal conductivity of the gas block.

From the technical albums currently available to design engineers, the most common variants of the floor assembly have been selected. We will study these nodes using the THERM program.

Ключові слова: газобетон, точка роси, вузол перекриття, THERM, температура внутрішньої поверхні.

Keywords: aerated concrete, dew point, floor unit, THERM, inner surface temperature.

При проектуванні та будівництві стін малоповерхових житлових та громадських будинків висотою до 3-х поверхів часто застосовують блоки з конструкційно-теплоізоляційного газобетону автоклавного твердіння. Попри більш ніж вікову історію виробництва у світі, в Україні нова хвиля застосування цього матеріалу припадає на 2006-2010 рр., коли було збудовано низку підприємств із сучасними технологічними лініями. Завдяки застосуванню передових технологій українські блоки не поступаються якістю кращим закордонним зразкам.

Провідними вітчизняними виробниками газобетонних блоків є наступні компанії:

ТОВ «Аерок», м. Обухів, ТМ «АЕРОС»

ТОВ «Орієнтир-Буделемент», м. Бровари, ТМ «Stonelight»

ТОВ «ЮДК», м. Дніпро

ТОВ «Енерджи Продакт», м. Нова Каховка

Корпорація «Харківські будматеріали», м. Харків

ТОВ «Тернопільбуд», м. Тернопіль, ТМ «GazoBET»

Характерною особливістю газобетону у порівнянні з іншими стіновими матеріалами є поєднання теплозахисних властивостей і конструкційної міцності. Він є повністю мінеральним матеріалом, негорючим і вогнестійким. Вплив високої температури на газобетон не призводить до виділення отруйних речовин. Також матеріал є біологічно стійким і не руйнується під дією ультрафіолетового випромінювання.

За рахунок невисокої щільності блоки з автоклавного газобетону легко обробляються ручним та механізованим інструментом. Це дозволяє реалізовувати різноманітні геометричні конфігурації конструкцій.

Газобетон використовують для зведення несучих і самонесучих стін та перегородок. Правильні геометричні параметри блоків дозволяють вести кладку на тонкошарових клейових сумішах. Середня товщина шва при цьому складає 2 мм. Використання клею підвищує теплотехнічну однорідність кладки і покращує її міцність.

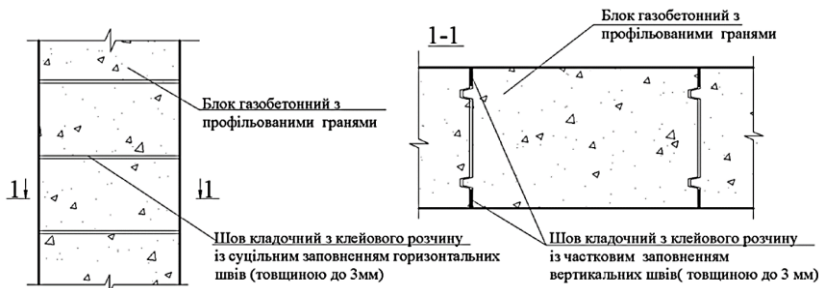


Рис. 1. Одношарова кладка стін будівель із газобетонних блоків з профільованими гранями і суцільним заповненням горизонтальних та частковим заповненням вертикальних швів [1]

При проектуванні і будівництві необхідно уникати утворення тріщин. Для цього кладку розділяють на фрагменти деформаційними швами або армують. Крім того, для запобігання виходу тріщин на поверхню можна проводити армування оздоблювальних шарів скловолонистою сіткою.

На глухих прямолінійних ділянках стін довжиною 6 м і більше потрібно передбачити конструктивне горизонтальне армування з розташуванням у армованих поясах або горизонтальних швах. Площа перерізу конструктивної арматури має бути не менше 50 мм^2 на 1 м висоти стіни (якщо арматура використовується для тонких швів, то переріз може бути зменшено до 25 мм^2) (рис. 2).

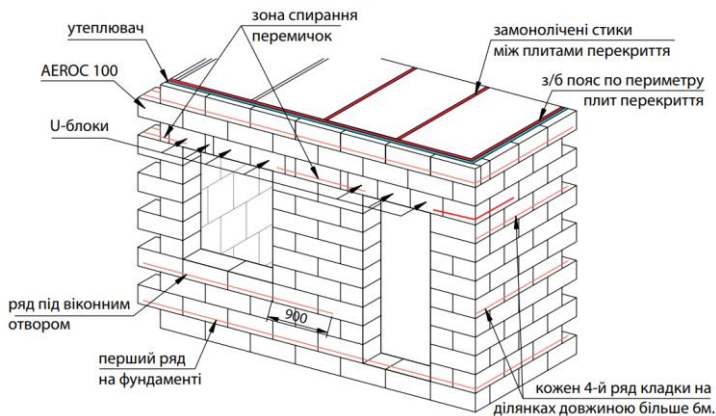


Рис. 2. Схема армування несучих стін [2]

Конструктивне горизонтальне армування потрібно виконувати також по нижній межі віконних прорізів. Арматура повинна бути заведена за межі прорізів на довжину не менше, ніж 900 мм.

Монтаж плит перекриття виконують безпосередньо на стіни. Плити монтують на клей з обпиранням не менше, ніж 120 мм.

Обпирання плит із важкого бетону при довжині прольоту понад 6 м рекомендують влаштовувати на монолітний залізобетонний пояс шириною 200...250 мм і висотою 50...120 мм, що влаштовується уздовж лінії обпирання плит (рис. 3, а). Допускається обпирання плит на шліфовану кладку із розчином шаром товщиною 10...20 мм (рис. 3, б) або на пластичну прокладку для нівелювання локальних нерівностей (до прикладу, бітумну ізоляцію товщиною 4–5мм, армовану скловолокнистою сіткою) (рис. 3, в). [3]

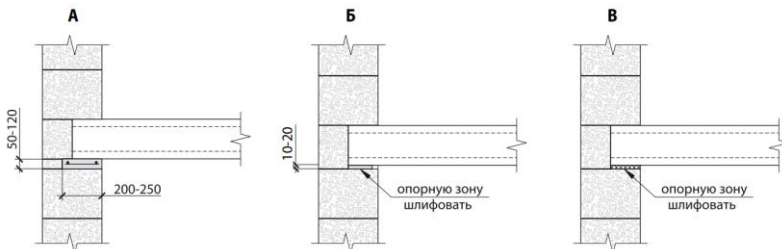


Рис. 3. Варіанти монтажу залізобетонних перекриттів на стінах з блоків AEROC [3]

Щоб забезпечити синхронну роботу залізобетонних плит на сприйняття місцевих навантажень від перегородок та інших конструктивних частин будівель, а також підвищення несучої здатності і жорсткості перекриття, по периметру необхідно влаштувати монолітний залізобетонний обв'язувальний пояс. Його передбачають на рівні плит перекриття.

Армування замкнутих обв'язувальних монолітних поясів виконують плоскими каркасами (арматура Ø8A400C) із заповненням їх дрібнозернистим бетоном не нижче С12/15).

Для запобігання миттєвому обвалу перекриття при аварійних ситуаціях в будівлях висотою більше двох поверхів шви між плитами армують одним стрижнем арматури Ø8A400C. Його загинають Г-подібно в обв'язувальний пояс і замоноличують тим же бетоном, що й для влаштування обв'язувальних поясів (рис. 4.).

При влаштуванні монолітного перекриття обпирання плити виконують безпосередньо на кладку. У цьому випадку попередні подушки і пояси не влаштовують (рис. 5, 6).

Оскільки монолітний армувальний пояс та плити перекриття виступають в ролі термічних мостів, необхідно перевірити достатність термічного захисту на предмет відсутності місць можливого утворення конденсату та надмірного охолодження конструкцій.

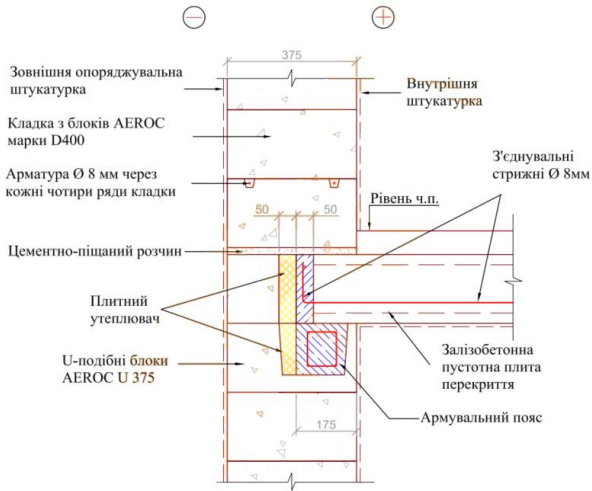


Рис. 4. Обпирання панелі перекриття на монолітний армувальний пояс [4]

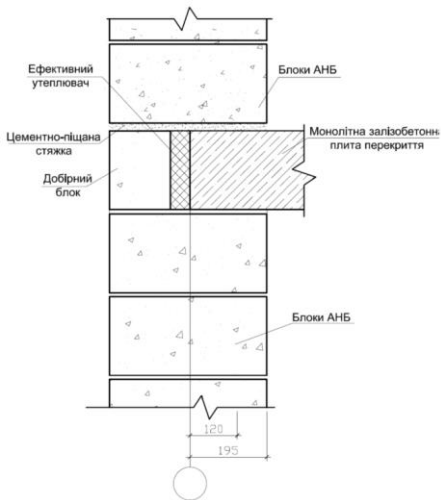


Рис. 5. Обпирання монолітного залізобетонного перекриття на зовнішню стіну з АНБ [2]

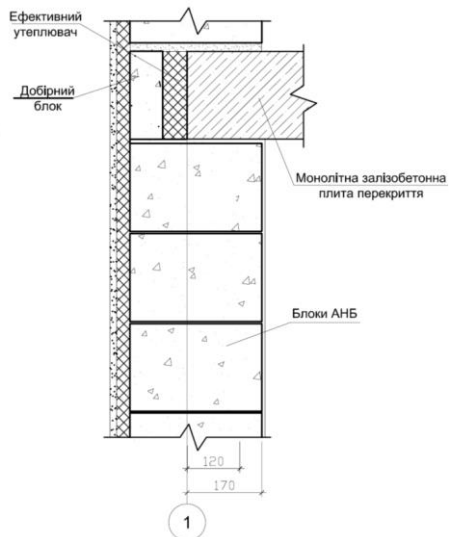


Рис. 6. Обпирання монолітного залізобетонного перекриття на зовнішню стіну з АНБ [2]

Згідно з [5] для житлових будівель та готелів розрахункова температура внутрішнього повітря приймається 20°C, розрахункове

значення відносної вологості – 55%. За таких умов температура точки роси складає 10,7°C. Це значить, що випадання конденсату на внутрішній поверхні зовнішніх огорожувальних конструкцій за розрахункових умов буде відбуватись при температурі 10,7°C та нижче. Тому перше, що буде перевірятись – мінімальна температура внутрішньої поверхні стіку перекриття із зовнішньою стіною. Розрахункова температура зовнішнього повітря приймається -22°C.

Згідно з [5] для житлових будівель, дитячих дошкільних закладів, навчальних закладів та закладів охорони здоров'я допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні зовнішньої стіни складає 4,0°C. Тобто, для основного масиву стіни температура не повинна опускатися нижче 16°C. Зоною додаткової уваги будуть горизонтальні шви між блоками, оскільки їх теплопровідність є вищою, ніж теплопровідність газоблока.

Із доступних інженерам-проектувальникам на даний момент технічних альбомів вибрано найпоширеніші варіанти влаштування вузла перекриття. Дослідження цих вузлів будемо проводити з допомогою програми THERM.

Зразок 1.

Газоблок D400, товщина блока 400 мм, Неутеплений ззовні, перекриття – залізобетонна плита товщиною 220 мм із круглими порожнинами по монолітному поясу.

Зразок 2

Газоблок D400, товщина блока 400 мм, Неутеплений ззовні, перекриття – залізобетонна монолітна плита товщиною 200 мм по газоблоку.

Зразок 3

Газоблок D400, товщина блока 300 мм, утеплений ззовні пінополістиролом, перекриття – залізобетонна монолітна плита товщиною 200 по газоблоку.

Зразок 4

Газоблок D400, товщина блока 300 мм, утеплений ззовні мінватою, перекриття – залізобетонна монолітна плита товщиною 200 по газоблоку.

Таблиця 1. Температура внутрішньої поверхні зовнішніх стін

Точки заміру	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
1	17,9	17,8	18,1	18,1
2	18,4	18,4	18,5	18,5
3	17,3	16,7	17,7	17,7
4	16,9	16,9	17,8	17,8
5	18,4	18,4	18,5	18,5
6	18,0	18,0	18,0	18,1



Рис. 7. Точки заміру

Точки заміру

- 1 – шов над перекриттям
- 2 – масив над перекриттям
- 3 – верх перекриття
- 4 – низ перекриття
- 5 – масив під перекриттям
- 6 – шов під перекриттям

Висновки

1. Температури внутрішньої поверхні зовнішніх стін неутеплених товщиною 400 мм та утеплених товщиною 300 мм практично однакові.

2. У жодному із зразків температура внутрішньої поверхні не була нижчою від температури точки роси, тому конструкції захищені від випадіння конденсату при дотриманні розрахункових умов експлуатації.

3. У жодному із зразків різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні зовнішньої стіни не перевищила допустимої за санітарно-гігієнічними вимогами величини при забезпеченні розрахункових умов експлуатації.

References

1. DSTU-N B V.2.6-202:2015 «Nastanova z proektuvannia ta ulashtvannia konstruktssii budivel iz zastosuvanniam vyrobiv iz nizdriuvatoho betonu avtoklavnoho tverdnennia».

2. Posibnyk z proektuvannia malopoverkhovykh budivel z avtoklavnoho betonu z albomom tekhnichnykh rishen. – K., 2015. – 185 s. URL: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/2-%D1%8F%202%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%2020.01.2016%20%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D1%8D%D1%82%D0%B0%D0%B6%D0%BA%D0%B0%20Posobie.pdf> (date of application: 15.11.2021).

3. Instruksiiia korystuvacha. Hazobeton – tse AEROC. Vydannia shoste. – K., 2020. – 81 c. URL:

https://aeroc.ua/wp-content/uploads/2021/09/Instrukcia_korystuvacha_2020.pdf
(date of application: 15.11.2021).

4. Albom tekhnichnykh rishen ohorodzhuvalnykh konstruktssii malopoverkhovykh zhytlovykh ta hromadskykh budynkiv na osnovi hazobetonnykh blokv AEROC. Materialy dlia proektuvannia. - K., 2010. – 124 c. URL: <https://aeroc.com.ua/pdf/Album-TR-web.pdf> (date of application: 15.11.2021).

5. DBN V.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

Список використаної літератури

1. ДСТУ-Н Б В.2.6-202:2015 «Настанова з проектування та улаштування конструкцій будівель із застосуванням виробів із ніздриюватого бетону автоклавного тверднення».

2. Посібник з проектування малоповерхових будівель з автоклавного бетону з альбомом технічних рішень. – К., 2015. – 185 с. URL: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/2-%D1%8F%202%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%2020.01.2016%20%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D1%8D%D1%82%D0%B0%D0%B6%D0%BA%D0%B0%20Posobie.pdf> (дата звернення: 15.11.2021).

3. Інструкція користувача. Газобетон – це АЕРОС. Видання шосте. – К., 2020. – 81 с. URL:

https://aeroc.ua/wp-content/uploads/2021/09/Instrukcia_korystuvacha_2020.pdf
(дата звернення: 15.11.2021).

4. Альбом технічних рішень огорожувальних конструкцій малоповерхових житлових та громадських будинків на основі газобетонних блоків АЕРОС. Матеріали для проектування. - К., 2010. – 124 с. URL: <https://aeroc.com.ua/pdf/Album-TR-web.pdf> (дата звернення: 15.11.2021).

5. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель».

УДК 665.775+625.855.3

**ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ НА
СПЕЦІАЛЬНИХ ДОРОЖНИХ БІТУМАХ**

**PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE WITH SPECIAL PAVING
GRADE BITUMEN**

Пиріг Я.І., к.т.н., с.н.с. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків), Ільїн Я.В., к.т.н., м.н.с. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків), Роман П.С. (ДП «Дорожній науково-технічний центр», м. Київ)

Pyrig Y.I., Ph.D. in Engineering, S. Researcher (Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov), Ilyin Ia.V., Ph.D. in Engineering, Junior Reseacher (Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov), Roman P.S. (State enterprise «Road scientific and technical center», Kyiv)

У статті розглянуто вплив спеціальних дорожніх бітумів (твердих та мультигрейд) на якість асфальтобетонів, виготовлених на цих бітумах. Здійснено порівняння стандартних та реологічних показників якості асфальтобетонів, виготовлених на спеціальних бітумах та в'язких дорожніх бітумах, що використовуються в дорожній галузі України.

Residual deformations are one of the most spreaded defects in asphalt concrete pavements caused by an increase in traffic intensity and traffic load. Common ways of reducing the permanent deformations on asphalt concrete pavements is the use of pavements with high content of crushed stone and high-viscosity bituminous binders (bitumen modified with polymers or structuring additives). In the last 30 years, in different countries of the world, the design of high-modulus asphalt concrete pavements (EME, HiMA, HSMS) has become widespread, for which special road bitumen is used - solid and multi-grade. The purpose of the work performed was to study the effect of special road bitumen on the properties of asphalt concrete and to assess the possibility of producing high-modulus asphalt concrete in accordance with national standards requirements. The paper compares the standard and rheological indicators of the quality of high-modulus asphalt concrete with special road bitumen (multi-grade Unibit 35/50 and solid bitumen 20/30 and 35/50) and hot asphalt concrete with the БНД 70/100 bitumen, which is widely used in Ukraine. The asphalt concrete studied in this work has a granulometric composition of stone materials that meet the requirements for the

composition of high-modulus mixtures EME 0/20 and the composition of asphalt concrete mixture of type A used in Ukraine with a maximum grain size of 25 mm. Comparison of the properties of asphalt concrete with special bitumen and БНД 70/100 bitumen confirmed a significant improvement in the properties of asphalt concrete due to the use of special bitumen: the compressive strength at 20 °C increases significantly (by a factor of 1.16 - 1.43 times). Strength at 50°C increases by 1.42 - 1.86 times. Coefficient of long-term water resistance increases to 0.99 - 1.0. Elasticity moduli at 40°C increase by 2.76 times, and at minus 10°C by 1.26 times. The temperature range of plasticity of asphalt concrete significantly expands (up to 100°C on bitumen 20/30). At the same time, for asphalt concrete made on high-viscosity bitumen, an increase in the conditional glass transition temperature is observed, which can lead to a decrease in the crack resistance of asphalt concrete. The use of multi-grade bitumen for the asphalt concrete results in an increase in the physical and mechanical parameters of the quality of asphalt concrete, a decrease in their temperature sensitivity, as well as a decrease in elastic moduli at low temperatures and an increase at high summer temperatures, which leads to an increase in shear resistance and a decrease in fracture resistance.

Ключові слова: спеціальні дорожні бітуми, твердий бітум, бітум мультигрейд, асфальтобетон, міцність на стиск, комплексний модуль пружності.

Keywords: special paving grade bitumen, hard bitumen, multigrade bitumen, asphalt concrete, compressive strength, stiffness,

Вступ. Постійне збільшення інтенсивності руху і транспортних навантажень є однією з причин передчасного руйнування асфальтобетонних дорожніх покриттів, що в свою чергу призводить до скорочення як міжремонтних термінів, так і часу їх експлуатації. Найбільш поширеними дефектами асфальтобетонних покриттів є пластичні деформації у вигляді колійності, хвиль, зрушень. Традиційними шляхами зниження пластичності є застосування асфальтобетонів із підвищеним вмістом щебеню, що дозволяє створити жорсткий кам'яний скелет, або використання високо консистентних бітумних в'язучих (високов'язкі бітуми; бітуми, модифіковані полімерами або структуруючими добавками). В Україні головними засобами підвищення міцнісних та пластичних характеристик дорожнього одягу є використання щебенево-мастикових та асфальтополімербетонних сумішей. Вадою цього шляху є те, що значного підвищення колієстійкості та зменшення пластичних деформацій можливо досягти лише за рахунок використання бітумів, модифікованих полімером, концентрація якого у в'язучому перевищує 7 –

9%, але використання таких високополімерних в'язучих в дорожній галузі України не є поширеним через економічні та технологічні причини.

Аналіз публікацій. Останні 30 років у багатьох країнах світу набуває поширення влаштування асфальтобетонних покриттів із високими модулями жорсткості (EME – Enrobés à Module Elevé, HSMA – High Stiffness Modulus Asphalt або HiMA – High Modulus Asphalt), для виготовлення яких використовують зазвичай спеціальні дорожні бітуми (тверді бітуми з penetрацією $5...25 \times 0,1$ мм або бітуми мультигрейд з penetрацією в межах $20...70 \times 0,1$ мм) [1]. Перші дослідження використання асфальтобетонних покриттів із високим модулем пружності були розпочаті у Франції у 80-х роках минулого століття [2, 3]. Саме тоді було запропоновано гранулометричні склади кам'яних матеріалів для цих асфальтобетонів, розроблено методику їх проектування, а також сформовано комплекс показників якості, що дозволяли оцінити їх особливості та переваги перед іншими асфальтобетонами [1]. Після отримання позитивного досвіду експлуатації високомодульних асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг у Франції цей тип дорожнього покриття почали використовувати і в інших країнах світу. Найбільш досконалі дослідження щодо адаптування технології EME до національних кліматичних, транспортних та методичних умов були виконані у Великобританії, Австралії та Південній Африці, крім цього, значні дослідження високомодульних асфальтобетонів здійснені в країнах Європейського Союзу (Бельгії, Португалії, Данії, Швейцарії, Польщі), країнах Близького Сходу, Індії, Китаї [4 – 10].

Головними перевагами високомодульного асфальтобетонного покриття, порівняно з покриттям із класичного щільного асфальтобетону, є [2]: збільшений модуль жорсткості, що досягається за рахунок використання твердих бітумів із penetрацією, меншою ніж $25 \times 0,1$ мм; підвищений опір утомленості за рахунок більшої кількості в'язучого у складі асфальтобетону (близько 6%, в той час як для звичайних асфальтобетонів із близьким зерновим складом кількість бітуму не перевищує 4,5%) та низької пористості, що є меншою на 6%; підвищена колієстійкість покриття за рахунок використання високов'язких бітумів; покращена вологостійкість покриття за рахунок зменшення пористості асфальтобетону; підвищена зручноукладальність сумішей за рахунок підвищеної кількості бітумного в'язучого, що спрощує ущільнення асфальтобетонної суміші; можливість зменшення товщини шару

дорожнього одягу без зменшення міцнісних характеристик покриття, що сприяє зменшенню в свою чергу витрат на дорожнє будівництво. За рахунок притаманних цим асфальтобетонам властивостей вони знайшли поширення при влаштуванні дорожнього покриття на дорогах з високою інтенсивністю руху, в аеропортах, на зупинках важкого транспорту, в якості покриття мостових споруд тощо [1 – 4].

Концепція виготовлення асфальтобетонних покриттів із високим модулем жорсткості передбачає не лише використання високов'язких (твердих) бітумів, а й виконання ще низки умов, до яких, зокрема, відносяться: розрахунок оптимальної кількості бітуму; заходи щодо проектування сумішей із більшою кількістю в'язучих та меншою пористістю; непереривчаста гранулометрія; загальна кількість кам'яних матеріалів, дрібніших за 2 мм, повинна становити 32 – 35%, кількість кам'яних матеріалів, дрібніших за 0,075 мм, повинна бути 7 – 8%. Лише у цьому випадку ЕМЕ або НМА демонструють свої переваги перед покриттями, виготовленими з асфальтобетонних сумішей на звичайних в'язких дорожніх бітумах.

На жаль, в Україні асфальтобетони з високим модулем пружності поки не використовуються, що може пояснюватись відсутністю необхідного бітумного в'язучого (тверді бітуми в Україні не виготовляються і не імпортуються). Однак, зважаючи на постійно зростаючу інтенсивність дорожнього руху та підвищення навантажень від важкого транспорту, питання, пов'язані з дослідженням високомодульних асфальтобетонів в Україні, є актуальними.

Мета і задача дослідження. Метою виконаної роботи було дослідження впливу спеціальних дорожніх бітумів на властивості асфальтобетонів та оцінка можливості виготовлення високомодульних асфальтобетонів, керуючись діючими національними стандартами. Для досягнення поставленої мети: адаптовано зернові склади кам'яних матеріалів високомодульних асфальтобетонних сумішей до зернових складів кам'яних матеріалів, що використовуються в Україні для приготування гарячих сумішей; здійснено порівняння стандартних та реологічних показників якості асфальтобетонів, виготовлених на спеціальних бітумах та в'язких дорожніх бітумах, що використовуються в дорожній галузі України.

Методи та об'єкти дослідження. Для приготування асфальтобетонних сумішей використовувалися спеціальні тверді бітуми

марки 20/30 і 35/50 та бітум мультигрейд марки Unibit 35/50, що виготовлені нафтопереробною компанією LOTOS Asphalt (Польща), а також широко розповсюджений в дорожній галузі України в'язкий бітум марки БНД 70/100, виготовлений ВАТ «Мозирський нафтопереробний завод» (Білорусь). Основні показники якості бітумів наведені в табл. 1.

Результати дослідження. Згідно наведених в табл. 1 даних з прийнятих бітумів найбільш виділяється бітум мультигрейд, що має найширший інтервал пластичності (84,5°C) та найнижчу температурну чутливість (за індексом пенетрації він наближається до структурно-реологічного типу «гель»), що повинно відповідним чином позначатися на властивостях асфальтобетону (уповільнювати динаміку зміни міцнісних показників зі зміною температури, особливо це є актуальним в діапазоні низьких експлуатаційних температур).

Тверді спеціальні бітуми (35/50 та 20/30) характеризуються високими значеннями когезії за температури 25°C, що буде сприяти підвищенню міцності асфальтобетону. В той же час суттєвим недоліком цих бітумів є підвищена температура крихкості (особливо для бітуму 20/30, яка становить мінус 6,5°C), що може негативно позначатися на тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів, виготовлених на цих в'язучих.

На основі аналізу зернових складів високомодульних асфальтобетонних сумішей ЕМЕ, що були запропоновані у Франції, та гарячих асфальтобетонних сумішей, що використовуються в дорожній практиці України, встановлено, що зерновий склад асфальтобетонної суміші А з максимальною крупністю зерен кам'яного матеріалу 25 мм згідно ДСТУ Б В.2.7-119 [11] практично повністю відповідає вимогам французьких норм NF P 98-140 до складу сумішей ЕМЕ 0/20. Виходячи з цього, для приготування асфальтобетонних сумішей було прийнято зерновий склад кам'яних матеріалів, що відповідав як вимогам ДСТУ Б В.2.7-119 (тип А) [11], так і NF P 98-140 (ЕМЕ 0/20) (рис. 1).

При проектуванні складу асфальтобетонних сумішей важливою задачею є розрахунок оптимальної кількості бітуму. Згідно з прийнятою у Франції практикою вміст в'язучого призначається за коефіцієнтом насиченості (К), значення якого є нормованим (для високомодульних сумішей $K > 3,4$) та визначаються за формулою 1 [6]:

$$K = \frac{\left(\frac{100 \cdot B}{100 - B}\right)}{\alpha \cdot \sqrt[5]{\Sigma}}, \quad (1)$$

Таблиця 1

Властивості спеціальних дорожніх бітумів

Показники		Значення показників				
		БНД 70/100	Unibit 35/50	35/50	20/30	
Пенетрація за 25°C, 0,1 мм		80	35	44	26	
Температура розм'якшеності (Тр), °C		49,3	63,5	53,2	62,1	
Температура крижкості, °C		-20,0	-21,0	-13,0	-6,5	
Дуктильність за 25°C, см		113,9	5,3	> 150	25	
Індекс пенетрації за температури Тр		-0,19	0,85	-0,72	-0,02	
Індекс пенетрації за температури Т ₈₀₀		-0,07	0,76	0,1	0,74	
Інтервал пластичності, °C		69,3	84,5	66,2	68,6	
Когезія за 25 С, МПа		0,07	0,29	0,57	0,72	
Зчеплюваність із поверхнею скла, %, за температури випробування		75 °C	14,6	83,6	36,8	79,6
		85 °C	13,9	19,3	15,9	23,6
Старіння за методом ГОСТ 18180	Залишкова пенетрація, %	82,5	94,0	81,8	88,5	
	Зміна Тр, °C	3,2	7,3	4,8	4,3	
Втрата маси після прогрівання, %		-0,11	0,44	0,36	0,36	
Еквів'язка температура нагрівання бітуму, °C	під час ущільнення асфальтобетонної суміші	123...	155...	151...	164...	
		143	170	168	181	
	при приготуванні асфальтобетонної суміші	90...	113...	107...	118...	
		123	141	141	155	

де В – вміст в'язучого, %, від загальної кількості асфальтобетонної суміші, α – поправочний коефіцієнт щодо щільності заповнювачів, що визначається за формулою:

$$\alpha = \frac{2,65}{\rho_a}, \quad (2)$$

де ρ_a – максимальна щільність заповнювачів, т/м³, Σ – питома площа поверхні кам'яних матеріалів, м²/кг,

$$\Sigma = (0,25 \cdot G + 2,3 \cdot S + 12s + 150f) / 100 \quad (3)$$

де G – процент мінеральних зерен, більших 6,3 мм, S – процент

мінеральних зерен від 6,3 мм до 0,25 мм, s – процент мінеральних зерен від 0,25 мм до 0,075 мм, f – процент мінеральних зерен дрібніше 0,075 мм.

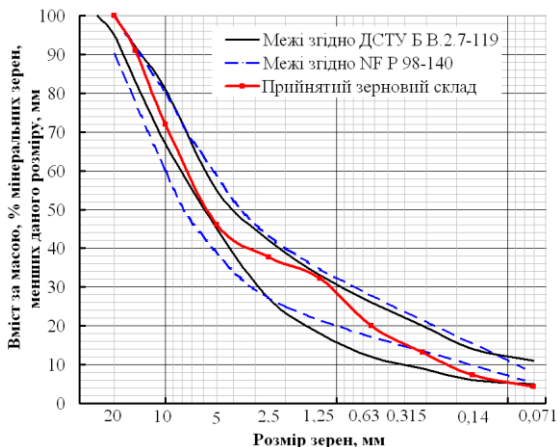


Рис. 1. Зернові склади асфальтобетонних сумішей

Для прийнятих кам'яних матеріалів та зернового складу асфальтобетонної суміші (рис. 1) розрахована оптимальна кількість бітуму становить 5,3 %. Приготування та ущільнення асфальтобетонних сумішей здійснювалось згідно температурних режимів, встановлених за температурно-в'язкісними залежностями бітумів (температури нагріву бітумів та температури ущільнення сумішей приймались відповідно максимальним температурам, наведеним в табл. 1, що в свою чергу відповідають однаковим значенням в'язкості бітумів).

Виготовлення асфальтобетонних зарізів в лабораторних умовах здійснювалось за допомогою секторного пресу WSV-KW30 з подальшим розрізанням на зразки-куби. Стандартні показники якості асфальтобетонів, виготовлених на прийнятих спеціальних бітумах, наведені в табл. 2.

Згідно отриманих даних, враховуючи, що гранулометричний склад мінеральної частини асфальтобетонних сумішей є незмінним, головним фактором, що впливав на якість асфальтобетонних зразків, є властивості бітумів. При зменшенні пенетрації в'язучого з $80 \times 0,1$ мм (асфальтобетон на бітумі БНД 70/100) до $44 \times 0,1$ мм (асфальтобетон на бітумі 35/50) та $26 \times 0,1$ мм (асфальтобетон на бітумі 20/30), тобто в 1,82 та 3,08 рази, міцність на стиск асфальтобетонних зразків за температури 25°C зроста відповідно в 1,16 та 1,43 рази, а міцність на стиск за температури 50°C збільшилась відповідно у 1,86 рази та 1,42 рази. Зміна пенетрації

в'язучого майже не позначилась як на залишковій пористості асфальтобетонних зразків, яка для всіх асфальтобетонів знаходиться в межах 1,23–1,91%, так і на середній густині – порівняно з асфальтобетоном на бітумі БНД 70/100 для асфальтобетону на бітумі 20/30 вона зросла лише на 9 кг/м³, а на бітумі 35/50 – на 11 кг/м³.

Таблиця 2

Властивості асфальтобетонних зразків, виготовлених на різних бітумах

Показники якості	Значення для асфальтобетонів на бітумах				Норми за [11]
	БНД 70/100	Unibit 35/50	35/50	20/30	
Середня густина, ρ , кг/м ³	2438	2455	2449	2447	-
Водонасичення за об'ємом, W, %	0,39	0,21	0,08	0,45	≤ 4
Залишкова пористість, %	1,91	1,23	1,47	1,34	2 – 5
Міцність на стиск, МПа, за 20°C 50°C	6,13	3,50	7,14	7,93	$\geq 2,8$
	1,44	2,10	2,68	2,05	$\geq 1,3$
Пористість мінерального кістяка, % об'ємом	14,2	13,6	13,8	13,7	15 – 19
Коефіцієнт довготривалої водостійкості	0,93	0,99	1,00	0,97	$\geq 0,88$

Властивості асфальтобетону, виготовленого на бітумі мультигрейд, значно відрізняються від асфальтобетонів, виготовлених на високов'язких бітумах. Для цього асфальтобетону є характерним: найбільше збільшення середньої густини порівняно з асфальтобетоном на поширеній в Україні марки БНД 70/100 (на 17 кг/м³); найбільше збільшення залишкової пористості (в 1,55 рази), а також зменшення міцності на стиск за температури 20°C та збільшення міцності на стиск на 50°C порівняно з бітумом БНД 70/100, що може пояснюватися суттєвою різницею в температурній чутливості в'язучих.

Значного впливу високов'язкі бітуми надають на реологічні властивості асфальтобетонів, визначення яких виконувалось на вібростенді ХНАДУ, на якому реалізується схема випробування при динамічному деформуванні згідно вимог ДСТУ EN 12697-26:2018 [12]. Для випробування на вібростенді були прийняті такі параметри випробування: температура випробування – від мінус 10°C до + 40°C, частоти деформування – від 0,01 Гц до 20 Гц. Температура випробування 15°C та частота деформування 10 Гц прийняті в якості контрольних для

порівняння модулів пружності асфальтобетонів з вимогами, прийнятими для високомодульних асфальтобетонів в інших країнах світу [1 – 4]. Отримані дані наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Реологічні показники асфальтобетонів, виготовлених на різних бітумах

Найменування показника	Т, °С	f, Гц	Асфальтобетон типу А на бітумі			
			БНД 70/100	35/50	20/30	Unibit 35/50
Комплексний модуль пружності E^* , МПа	-10	0,5	19060	26920	19950	12020
	0	0,5	14450	21880	16220	9550
	+15	0,5	5750	10720	11480	7940
	+15	10	8510	17378	15488	10233
	+40	0,5	1175	2950	3160	2460
Умовна температура склування $T_{ст}$, °С	-	0,01	0	4,0	4,0	-11,0
Умовна температура переходу до в'язкопластичного стану $T_{вп}$, °С	-	0,01	38	52	96	59
Температурний інтервал пластичності $T_{вп} - T_{ст}$, град	-	0,01	38	56	100	70
Показник температурної чутливості $\Delta Lg E^* / \Delta T$, 1/град	-	0,5	0,025	0,019	0,016	0,014

Згідно експериментальних даних (табл. 3) за різних температур модулі пружності асфальтобетонів одного гранулометричного складу, але виготовлених на різних бітумах, значно відрізняються. Найменша різниця у значеннях модулів пружності, визначених за частотою деформування 0,5 Гц, спостерігається в межах температур від +10°С до +20°С, а особливо за температури 15°С. Аналіз експериментально отриманих значень модулів пружності за температури 15°С та частоти 10 Гц свідчить про те, що асфальтобетони, виготовлені на твердих бітумах 20/30 та 35/50, відповідають нормативним вимогам до цього показника, прийнятими в різних країнах світу (у Франції та Австралії $\geq 14\ 000$ МПа, у Південній Африці $\geq 16\ 000$ МПа, у Великобританії ≥ 5500 МПа) [1–3]. За цієї температури найбільший модуль пружності в асфальтобетону на бітумі 20/30, а найменший на бітумі БНД 70/100, що повністю корелює з мінцисними та в'язкісними характеристиками цих бітумів (табл. 1). Зі зміною температури тенденції зміни модулів пружності для

асфальтобетонів, виготовлених на різних бітумах значно різняться. Найбільше відношення модулів пружності, визначених за температур мінус 10°C та + 40°C у асфальтобетону на бітумі БНД 70/100 (16,22 рази), а найменше – у асфальтобетону на мультигрейд (4,89 рази) (рис. 2). У асфальтобетонів на твердих бітумах 20/30 та 35/50 ці співвідношення становлять відповідно 9,13 та 6,31 разів. Це повністю корелює зі значеннями індексів пенетрації цих бітумів, визначених за температурою, що відповідає пенетрації $800 \times 0,1$ мм – відповідно мінус 0,07 у бітуму БНД 70/100, 0,1 у 35/50, 0,74 у 20/30 та 0,76 у Unibit 35/50. Таким чином, чим менша температурна чутливість в'язучого, тим повільніше змінюються значення модулів пружності асфальтобетонів зі зміною температури.

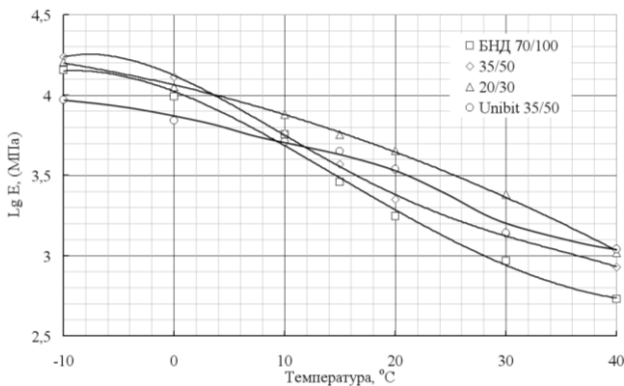


Рис. 2. Температурні залежності комплексного модуля пружності асфальтобетонів, виготовлених на різних бітумах за $f = 0,5$ Гц

Також зі значеннями індексів пенетрації бітумів добре корелюють значення показників температурної чутливості, розглянутих у роботі асфальтобетонів. Так, бітум мультигрейд відноситься до структурного типу «гель» та має найвище значення індексу пенетрації, а асфальтобетон, виготовлений на цьому бітумі, характеризується найнижчим значенням показника температурної чутливості. Бітуми БНД 70/100 та 35/50 за структурно-реологічним типом наближаються до типу «золь» (значення індексів пенетрації за T_p відповідно мінус 0,19 та мінус 0,72), а асфальтобетони, виготовлені на цих бітумах, мають найбільші значення показників температурної чутливості – відповідно 0,025 та 0,019.

Таким чином, найкращу поведінку асфальтобетону в широкому інтервалі температур забезпечує використання бітуму мультигрейд. Саме асфальтобетону на цьому бітумі притаманні найвищі значення модулів пружності за температур вище 40°C (рис. 2), що забезпечить високу зсувостійкість та колієстійкість асфальтобетонного покриття за високих літніх температур, а також найнижчі значення модулів пружності за низьких зимових температур (нижче мінус 10°C), що забезпечить високу тріщиностійкість асфальтобетонного покриття в зимовий період експлуатації автомобільної дороги.

Згідно з наведеними в табл. 3 даними зі зниженням пенетрації бітумів за 25°C, у асфальтобетону спостерігається перехід до більш високих температур склування та значне збільшення умовних температур переходу до в'язкопластичного стану. Найвищі значення температури склування притаманні асфальтобетонам на твердих бітумах 20/30 та 35/50, що пояснюється відносно високими значеннями температури крихкості цих бітумів – мінус 6,5°C та мінус 13,0°C, відповідно. Найнижче значення температури склування у асфальтобетону, виготовленого на бітумі мультигрейд (температура крихкості цього бітуму найнижча і становить мінус 21°C), що буде сприяти підвищенню показника тріщиностійкості за низьких зимових температур цього асфальтобетону. Таким чином, при використанні твердих бітумів в якості в'язучого для виробництва асфальтобетонних сумішей та влаштування асфальтобетонного покриття в кліматичних умовах України, треба застосовувати певні технологічні умови для зниження впливу низьких зимових температур на цей шар дорожнього покриття (наприклад, влаштування з такого асфальтобетону шарів основи дорожнього покриття чи влаштування з них нижнього шару дорожнього одягу тощо). Незважаючи на доволі високі значення умовної температури склування асфальтобетонів, виготовлених на твердих бітумах, вони характеризуються найширшими значеннями температурного інтервалу пластичності (100°C для асфальтобетону на бітумі 20/30 та 56°C на бітумі 35/50), що дозволяє використовувати асфальтобетони, виготовлені на цих бітумах, для влаштування шарів дорожнього одягу в кліматичних районах зі значною різницею між високими літніми та низькими зимовими температурами.

Висновки. Порівняння властивостей асфальтобетонів зернового складу типу, що одночасно відповідав як типу А з максимальної крупністю зерен кам'яного матеріалу 25 мм згідно ДСТУ Б В.2.7-119, так і ЕМЕ 0/20, виготовлених на спеціальних бітумах (двох марок твердих та бітумі

мультигрейд), а також на бітумі, що є найбільш поширеним у вітчизняній дорожній практиці (БНД 70/100), підтвердило значне покращення властивостей асфальтобетонів за рахунок використання спеціальних бітумів – міцність на стиск за 20°C зростає у 1,16 – 1,43 рази; міцність на стиск за 50°C зростає в 1,42–1,86 рази; коефіцієнт довготривалої водостійкості зростає до 0,99 – 1,0; модулі пружності за температури 40°C зростають у 2,76 рази, а за температури мінус 10°C – у 1,26 рази; суттєво поширюється температурний інтервал пластичності асфальтобетонів (до 100°C на бітумі 20/30). В той ж час для асфальтобетонів, виготовлених на високов'язких бітумах, є характерним зростання умовної температури склування, що може призвести до зменшення тріщиностійкості асфальтобетонів, виготовлених на таких бітумах, за низьких зимових температур. Використання бітумів мультигрейд для приготування асфальтобетонів сприяє підвищенню фізико-механічних показників якості асфальтобетонів, зменшенню їх температурною чутливості, а також зменшенню модулів пружності за низьких температур та збільшенню за високих літніх, що призводить до збільшення зсувостійкості та зменшення тріщиностійкості.

References

1. Corté J.F. Development and uses of hard-grade asphalt and of high-modulus asphalt mixes in France. *Transportation Research Circular*. 2001. T. 503. P. 12-31.
2. Distin T., Vos R. EME – long lasting structural asphalt. *Engineering Technology Forum - Queensland Transport & Main Roads*. September 2014. 10 p.
3. Le Bouteiller E. High Modulus Asphalt: The French Experience. Colas, AAPA Melbourne. 2012. 54 p.
4. Brosseaud Y., St-Jacques M. Les enrobés à module élevé : bilan de près de 30 ans d'expérience française (Partie 1 de 2). *Revue Via Bitume*, Vol. 10 № 2, pp. 8-15.
5. Nicholls J.C., Elliott R.C., Meite N.B., Perera R., Hunter A., Williams J. T. Monitoring the introduction of Enrobé à Module Élevé class 2 onto UK roads. *Proceedings of the 4th Eurasphalt and Eurobitume congress held May 2008*, Copenhagen, Denmark, 2008. P. 519-529.
6. Petho L., Denneman E. EME technology transfer to Australia: an explorative study. *Austrroads*, 2013. AP-T249-13. Sydney, A4, 60 p.
7. Denneman E. et al. High modulus asphalt (EME) technology transfer to South Africa and Australia: shared experiences. *Proceedings of the 11th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa (CAPSA)*. Sun City, South Africa. 2015. 7 p.
8. Sybilski D., Bańkowski W. Prace badawcze laboratoryjne iw pełnej skali nad zastosowaniem betonu asfaltowego o wysokim module sztywności w nawierzchni drogowej. *Drogi i mosty*. 2011. №. 1-2. p. 81-119.
9. Carbonneau X., Michaut J. P., Andersen T., Thorup C., Ladehoff L. High modulus GAB II: a Danish experiment. In *Proceedings of the 4th Eurasphalt and*

Eurobitume Congress Copenhagen, Denmark. 2008. p. 1-7.

10. Albayati A.H.K., Lateif R.H. Evaluating the performance of high modulus asphalt concrete mixture for base course in Iraq. *Journal of engineering*. 2017. T. 23. № 6. С. 14-33.

11. DSTU B V.2.7-119:2011. Sumishi asfaltobetonni i asfaltobeton dorozhniy ta aerodromniy. Texnichni umovy. [Chynnyj z 2011-30-12]. Vyd. oficz. Ky`yiv, Minregion Ukrainy. 2012. 39 s.

12. DSTU EN 12697-26:2018. Bitumomineralni sumishi. Metody vyprobuvannya garyachykh asfaltobetonnykh sumishej. Chastyna 26. Zhorstkist (EN 12697-26:2012, IDT). [Chynnyj z 2020-01-01]. K.: DP UkrNDNCz, 2018. 68 s.

Список використаної літератури

1. Corté J.F. Development and uses of hard-grade asphalt and of high-modulus asphalt mixes in France. *Transportation Research Circular*. 2001. T. 503. P. 12-31.

2. Distin T., Vos R. EME – long lasting structural asphalt. *Engineering Technology Forum - Queensland Transport & Main Roads*. September 2014. 10 p.

3. Le Bouteiller E. High Modulus Asphalt: The French Experience. Colas, AAPA Melbourne. 2012. 54 p.

4. Brosseaud Y., St-Jacques M. Les enrobés à module élevé : bilan de près de 30 ans d'expérience française (Partie 1 de 2). *Revue Via Bitume*, Vol. 10 № 2, pp. 8-15.

5. Nicholls J.C., Elliott R.C., Meite N.B., Perera R., Hunter A., Williams J. T. Monitoring the introduction of Enrobé à Module Élevé class 2 onto UK roads. *Proceedings of the 4th Euraspphalt and Eurobitume congress held May 2008*, Copenhagen, Denmark, 2008. P. 519-529.

6. Petho L., Denneman E. EME technology transfer to Australia: an explorative study. Austroads, 2013. AP-T249-13. Sydney, A4, 60 p.

7. Denneman E. et al. High modulus asphalt (EME) technology transfer to South Africa and Australia: shared experiences. *Proceedings of the 11th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa (CAPSA)*. Sun City, South Africa. 2015. 7 p.

8. Sybilski D., Bańkowski W. Prace badawcze laboratoryjne iw pełnej skali nad zastosowaniem betonu asfaltowego o wysokim module sztywności w nawierzchni drogowej. *Drogi i mosty*. 2011. №. 1-2. p. 81-119.

9. Carbonneau X., Michaut J. P., Andersen T., Thorup C., Ladehoff L. High modulus GAB II: a Danish experiment. In *Proceedings of the 4th Euraspphalt and Eurobitume Congress Copenhagen, Denmark*. 2008. p. 1-7.

10. Albayati A.H.K., Lateif R.H. Evaluating the performance of high modulus asphalt concrete mixture for base course in Iraq. *Journal of engineering*. 2017. T. 23. № 6. С. 14-33.

11. ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. [Чинний з 2011-30-12]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіон України. 2012. 39 с.

12. ДСТУ EN 12697-26:2018. Бітумомінеральні суміші. Методи випробування гарячих асфальтобетонних сумішей. Частина 26. Жорсткість (EN 12697-26:2012, IDT). [Чинний з 2020-01-01]. К.: ДП УкрНДНЦ, 2018. 68 с.

УДК 691.175.746 + 691.32

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПОЛІСТИРОЛУ ДЛЯ ЗАХИСНОГО
ПОКРИТТЯ БЕТОННИХ ПІДЛОГ**

**USE OF WASTE POLYSTYRENE FOR PROTECTIVE COATING
OF CONCRETE FLOORS.**

**Піддубний С.В., ст. викл., Соколенко В.М., к.т.н., доцент,
Білошицький М.В., к.т.н., доцент, Шпарбер М.Є., ст. викл.
(Східноукраїнський національний університет імені Володимира
Даля. м. Сєверодонецьк)**

**Piddubnyi S. V., senior lecturer, Sokolenko V. M., PhD., associate
professor, Biloshytskiy M. V., PhD., associate professor, Shparber M. E,
senior lecturer (Volodymyr Dahl East Ukrainian National University.
Severodonetsk)**

Розглянуто можливість використання відходів полістиролу в якості засобу для поверхневого просочення бетонної підлоги. Пропоновано використовувати розчинений в толуолі полістирол для покриття підлог виробничих приміщень як речовину, що зміцнює верхній шар, захищає від вологи та пригнічує пил. Описана технологія приготування розчину і нанесення на поверхню бетонної підлоги.

Increased demands are placed on the floors of industrial buildings in terms of resistance to mechanical stress.

Concrete, which is most often used for the manufacture of highly loaded floors of industrial buildings and structures, has many positive qualities: high wear resistance, low cost, simplicity and speed of installation. But concrete also has some negative qualities associated with its low tensile strength and porosity.

To strengthen the concrete floor and eliminate the possibility of dust formation, such technologies as impregnation with reinforcing compounds are used.

The authors of the article propose to use waste polystyrene dissolved in toluene as a protective, hydrophobic and reinforcing coating for floors of industrial premises.

Polystyrene dissolves easily in toluene. A solution is formed in the form of a clear liquid with a certain viscosity. With the help of special devices, the resulting solution can be applied to the surface of concrete floors. Mechanical application of the finished solution is carried out using airless spraying devices.

The coating provides bonding of the existing dust particles on the floor surface with a strong polymer film. The polymer penetrates into the pores of concrete to a depth of 1 to 3 mm, depending on the porosity of the concrete. The concrete structure becomes denser and stronger, and the surface becomes waterproof.

After impregnation with a composition based on polystyrene, the performance properties of concrete floors increase, and the top layer of the concrete floor is strengthened and hardened. Floors emit less dust, become chemically resistant, and abrasion resistance increases. Such floors have an aesthetic appearance, are easy to maintain and can be easily repaired. The use of polystyrene waste significantly reduces the cost of work in comparison with prefabricated impregnations. The floors can be used 2 hours after impregnation, which makes it possible to use this composition in existing enterprises.

Ключові слова: *бетонна підлога; полістирол; гідрофобне покриття; просочення бетонних підлог.*

Key words: *concrete floor; polystyrene; hydrophobic coating; impregnation of concrete floors.*

Підлога – один з найважливіших елементів конструкції та інтер'єру будівлі, який сприймає експлуатаційні впливи.

До підлоги пред'являється комплекс різноманітних вимог — конструктивних, експлуатаційних, санітарно-гігієнічних, декоративних та ін., що залежать від призначення приміщення. До підлог промислових будівель пред'являють підвищені вимоги по опірності механічним впливам (стирання, удару тощо), а для деяких виробництв — по хімічній стійкості, теплостійкості та ін [1].

Для виготовлення високонавантажених підлог промислових будівель і споруд найчастіше застосовується бетон. Бетон володіє багатьма позитивними якостями: високою зносостійкістю, дешевизною, простотою і швидкістю укладання. Але у бетону є і деякі негативні якості, пов'язані з його низькою міцністю на розтяг і пористістю.

Сама по собі бетонна плита може витримати дуже високе навантаження, але верхній шар виявляється найслабшою ланкою і дуже часто буває причиною руйнування самої плити. Так як саме верхній шар сприймає всі несприятливі навантаження від зовнішніх умов і умов експлуатації. Якщо верхній шар недостатньо щільний і міцний, то несприятливі фактори та речовини проникають в товщу бетону і викликають його руйнування.

При експлуатації бетонної підлоги її верхній шар під навантаженням постійно стирається і зношується – і бетон пилить. Утворення пилу на поверхні бетону підлоги – явище поширене і, як правило, очевидне тільки після початку його експлуатації. Характерний бетонний пил утворюється через вихід на поверхню солей і руйнування слабкого поверхневого шару, що складається з цементу, пилу, наповнювачів і різних забруднень.

Цей пил несе реальну загрозу здоров'ю людей, оскільки він піднімається в повітря і проникає в легені людини. Також пил від бетонних підлог небезпечний і для виробництва і може унеможливити роботу цеху. Збільшення запиленості приміщень на деяких виробництвах і накопичення пилу на елементах будівельних конструкцій і технологічному обладнанні можуть призвести до вибуху при появі джерела займання.

Для знепилювання і зміцнення бетонної підлоги застосовують такі технології, як топпінг (нанесення на свіжий бетон сухих зміцнюючих сумішей) і просочення зміцнюючими складами.

Топпінг можна застосовувати тільки на поверхні плити, яка якісно армована і залита бетоном класу не нижче С16/20. Зміцнюючу суміш наносять на свіжий бетон, який ще не встиг затвердіти, але вже схопився. Зазвичай роботи починають через 5-8 годин після укладання бетонної суміші.

Речовину для поверхневого просочення можна наносити на вже експлуатовану бетонну підлогу, попередньо підготувавши її поверхню. На сьогоднішній день для просочення бетонних підлог використовують велику кількість різних складів – як неорганічних, на основі фторсилікатів (флюати), так і органічних, склад яких більш різноманітний. У групу органічних входять акрилові, поліуретанові та епоксидні розчини та суміші. Акрилові просочення вважаються найслабшими. Їх можна використовувати тільки в тому випадку, якщо бетонні підлоги будуть піддаватися невеликим навантаженням.

У випадку заповнення пор та мікрокапілярів в бетоні, ці просочення блокують шляхи руху води, істотно збільшують щільність, зносостійкість і знижують пиловиділення бетонної поверхні, спрощують догляд за поверхнею.

З точки зору проникності пари води матеріали поділяються на проникні, в основному до них відносяться мінеральні покриття, і непроникні. До останніх відносяться полімерні покриття (епоксидні,

поліуретанові, метилметакрилатні тощо). Однак в даний час випускаються полімерні матеріали, які володіють проникністю до пари води.

Характеристики по проникності до водяної пари для покриттів повинні наводитися за інструкцією заводу виробника. Їх можна визначити також в лабораторних умовах. Порівняльні характеристики по проникності в конструкціях можуть бути визначені за ДСТУ Б в.2. 7-170: 2008 [2].

Авторами статті пропонується в якості захисного, пило-, гідрофобного і зміцнюючого покриття для підлог виробничих приміщень використовувати відходи полістиролу, розчиненого в толуолі.

Полістирол – це термопластичний полімер з лінійною структурою, що є продуктом полімеризації стиролу [3]. Його фізичні та хімічні характеристики, а також експлуатаційні властивості залежать від способу отримання, молекулярної маси, полідисперсності та інших факторів. Полістирол виробляють литтям під тиском і екструзією при високих температурах.

Сфера застосування полістиролу досить широка. Його використовують у цивільній і військовій промисловості, машинобудуванні, електротехніці, будівництві, приладобудуванні, медицині, харчовій промисловості, для зовнішнього та внутрішнього декоративного оздоблення приміщень, а також для виготовлення різних побутових предметів [3, 4, 5].

Полістирол загального призначення [3] це прозорий матеріал, який добре фарбується, легко переробляється, призначений для виготовлення виробів різними методами термоформування.

Різні види полістиролу відрізняються за механічними і температурними властивостями в певних вузьких межах. Різновиди полістиролу зручно порівнювати за показниками температури плавлення, яка змінюється в межах від 513 K^0 для ізотактичного полістиролу до 583 K^0 для полідиметилстиролу.

Толуол – продукт каталітичного риформінгу бензинових фракцій нафти [6]. Також толуол отримують при піролізі вугілля. Він виготовляється в значних кількостях на коксохімічних заводах України. Толуол є розчинником для багатьох полімерів, входить до складу різних товарних розчинників для лаків і фарб та застосовується як розчинник в хімічному синтезі.

Полістирол легко розчиняється в толуолі, утворюється розчин у вигляді прозорої рідини з деякою в'язкістю (приблизно по консистенції

рівній гліцерину). За допомогою спеціальних пристроїв отриманий розчин можна наносити на поверхню бетонних підлог.

Покриття забезпечує зв'язування наявних пилоподібних частинок на поверхні підлог міцною полімерною плівкою. Полімер проникає в пори бетону на глибину від 1 до 3 мм, залежно від пористості. Структура бетону стає більш щільною і міцною, поверхня стає водонепроникною.

Механічне нанесення готового розчину рекомендується проводити за допомогою апаратів безповітряного напилення. Принцип дії таких апаратів заснований на розпиленні рідких матеріалів під високим тиском через спеціальні форсунки (сопла) з маленьким розміром отвору. При цьому на виході отвору створюється факел з розпорошеного матеріалу з рівномірним розподілом. Форма факела може бути конусоподібною (при круглому отворі), або плоскою у вигляді трикутника (при щілиноподібному отворі).

Для покриття 1000 м² підлог виготовляють приблизно 1 м³ робочого розчину. Для цього в металеву ємність-змішувач об'ємом 1,5 м³ з відміткою на 1 м³ обсягу заливають ~ 0,8 м³ толуолу, додають дробовими порціями полістирол і перемішують до повного розчинення кожної з доданих порцій. Обсяг або маса кожної доданої порції полістиролу вибирається відповідно до незаповненої частини обсягу змішувача, який розрахований відповідно до відношення: 1 обсяг виготовленого розчину до 1,5 обсягу ємності-змішувача, тобто дозволяє завантаження кожної дробової порції не більше 0,5 обсягу виготовленого розчину. Об'ємна вага полістиролу в разі використання відходів (пінопласту) може перевершувати обсяг виготовленого розчину в десятки разів, що не дозволяє завантажити в один прийом всю необхідну масу (15% або на 1 м³ – 15 кг).

Після повного розчинення полістиролу доводять об'єм до 1 м³ чистим толуолом. Необхідно переконатися в чистоті отриманого розчину щодо механічних домішок. Якщо домішки виявлені (взяття проби на просвіт в скляній ємності 0,5 л), то розчин необхідно відфільтрувати через 2 шари бавовняної тканини (парусина або мішківина тощо).

Розчин для покриття готують однією порцією на всю площу підлог з розрахунку 1 м³ на 1000 м² або дробовими порціями, наносячи по частинах кожну чергову виготовлену дозу. Ємність вибирають залежно від площі і обраного режиму робіт. Виготовлення великих партій більш економічно, проте вимагає використання механізації: насос для заповнення, механічна

мішалка для перемішування, ємність, починаючи з обсягу більше 1 м³. Ручне перемішування не є доцільним.

Перед початком робіт з підлог видаляється сміття і пил механічним сухим або мокрим способом. Підлоги просушують. Покриття наносять на суху поверхню.

Відповідно до ДСТУ ГОСТ 31906:2019 [6] толуол відноситься до паливно-летючих рідин III класу токсичності. ГДК в робочій зоні складає 0,05 г / м³ повітря.

Згідно з вимогами правил охорони праці та пожежної безпеки на період робіт приміщення необхідно забезпечити припливно-втяжною вентиляцією.

Час висихання підлог після нанесення покриття – від 20 хв. до 1 години. Якщо ГДК по толуолу в повітрі перевищує рівень 0,05 г/м³ повітря, то роботи з покриття ведуть із перервами на висихання і провітрювання приміщень після кожної смуги нанесення робочої суміші.

Висновок. Після просочення складом на основі полістиролу поліпшуються експлуатаційні властивості бетонних підлог, зміцнюється верхній шар бетонної підлоги. Підлоги не продукують пил, стають хімічно стійкими, підвищується спротив на стирання. Такі підлоги мають естетичний зовнішній вигляд, прості в догляді і легко ремонтуються. Застосування відходів полістиролу значно знижує вартість робіт у порівнянні з просоченнями заводського виготовлення (на сьогоднішній день відходи полістиролу коштують від 8 грн/кг). Експлуатувати підлоги можна через 2 години після просочення, що дає можливість використовувати цей склад на діючих підприємствах.

References

1. Zarubyna L. P. Z-34 Ustroistvo polov. Materyaly y tekhnolohyy. — SPb.: VKhV-Peterburh, 2011. — 320 s.: yl. — (Stroytelstvo y arkhytektura) ISBN 978-5-9775-0699-1
2. DSTU B V.2.7-170:2008. Budivelni materialy. Betony. Metody vyznachennia serednoi hustyny, volohosti, vodopohlynannia, porystosti i vodonepronyknosti. [Chynnyi vid 2009-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : DP "Derzhavnyi naukovo-doslidnyi instytut budivelnykh konstruksii (NDIBK)", 2008.

3. Novyi spravochnyk khymyky y tekhnoloha. Syre y produkty promyshlennosty orhanycheskykh y neorhanycheskykh veshchestv. Ch. II. – S. Pb.: ANO NPO «Professyonal», 2005, 2007. – 1142 s.

4. DSTU B EN 13163:2012 Materialy budivelni teploizoliatsiini Vyroby zi spinenoho polistyrolu (EPS) Tekhnichni umovy (EN 13163:2008, IDT). [Chynnyi vid 2013-04-01]. Vyd. ofits. Kyiv : «NTP-STANDART», 2014.

5. DSTU B EN 13164:2013 Materialy budivelni teploizoliatsiini. Vyroby iz ekstrudovanoho pinopolistyrolu (XPS). Tekhnichni umovy (EN 13164:2008, IDT). [Chynnyi vid 2014-04-01]. Vyd. ofits. Kyiv : «NTP-STANDART», 2014.

6. DSTU HOST 31906:2019 Toluol naftovyi. Tekhnichni umovy (HOST 31906-2013, IDT) [Chynnyi vid 2019-06-10]. Vyd. ofits. Kyiv : DP «UkrNDNTs», 2019. 10 s.

Список використаних джерел

1. Зарубина Л. П. 3-34 Устройство полов. Материалы и технологии. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 320 с.: ил. — (Строительство и архитектура) ISBN 978-5-9775-0699-1

2. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП "Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК)", 2008.

3. Новый справочник химика и технолога. Сырьё и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч. II. – С. Пб.: АНО НПО «Профессионал», 2005, 2007. – 1142 с.

4. ДСТУ Б EN 13163:2012 Матеріали будівельні теплоізоляційні Вироби зі спіненого полістиролу (EPS) Технічні умови (EN 13163:2008, IDT). [Чинний від 2013-04-01]. Вид. офіц. Київ : «НТП-СТАНДАРТ», 2014.

5. ДСТУ Б EN 13164:2013 Матеріали будівельні теплоізоляційні. Вироби із екструдованого пінополістиролу (XPS). Технічні умови (EN 13164:2008, IDT). [Чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. Київ : «НТП-СТАНДАРТ», 2014.

6. ДСТУ ГОСТ 31906:2019 Толуол нафтовий. Технічні умови (ГОСТ 31906-2013, IDT) [Чинний від 2019-06-10]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 10 с.

**ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН КРИТИЧНИХ ДОВЖИН І РОЗКРИТТЯ
ТРИЩИН В КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ МЕТОДАМИ
МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ**

**DETERMINATION OF CRITICAL LENGTH AND WIDTH OF
CRACKS IN ELEMENTS OF STRUCTURE BY METHODS OF
DESTRUCTION MECHANICS**

**Ротко С.В., к.т.н., доц., Маткова А.В., к.т.н., доц., Швабюк В.В.,
к.т.н., доц., Токарев В.О., студент (Луцький національний технічний
університет м. Луцьк)**

**Rotko S.V., Ph.D., associate professor, Matkova A.V., Ph.D., associate
professor, Shvabyuk V.V., Ph.D., associate professor, Tokarev V.O.,
student (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

Проводяться дослідження граничного стану для елементів машин і конструкцій з металу та залізобетону за різними методиками. Вважається, що задані конструкції можуть знаходитися під дією навантажень, котрі викликають позацентровий розтяг-стиск або згинальні деформації та пов'язані з ними пошкодження у вигляді тріщин. Такі навантаження є особливо небезпечними і вимагають детальніших розрахунків методами механіки руйнування.

Prolonged operation of machines and structures often leads to a significant reduction in their load-bearing capacity. This is due to the appearance in the cross and longitudinal sections for various reasons of a large number of small cracks that can turn into trunk cracks. This can lead to the destruction of the structure itself.

Various methods are used to determine the ultimate state of metal or reinforced concrete structures that may be subjected to loads that cause eccentric tensile or compressive deformation and the associated formation of cracks. Such loads are especially dangerous and require more detailed calculations by methods of fracture mechanics. Different strength theories for brittle materials or fracture mechanics criteria can be used for such studies. The most common are the force criterion of J. Irwin, the deformation criterion of local destruction of M. Leonov, V. Panasyuk and D. Dagdale.

An important problem today is the assessment of the residual strength of structures damaged by defects such as cracks. An overview of the achievements on this problem can be found in the works of many famous scientists.

There are a large number of developed analytical and numerical methods for solving problems of crack theory, the solutions of which can investigate the crack resistance of materials and structures under different load conditions.

Criteria for linear fracture mechanics do not take into account a number of factors, ranging from the shape of the crack and ending with the history of formation of the material itself, its physical and mechanical characteristics and properties. For materials such as concrete and cast iron, it is necessary to use the criteria of nonlinear fracture

mechanics, which take into account the nonlinearity of deformation and the heterogeneity of the material itself.

It is investigated that the accuracy of calculations of concrete and cast iron elements by methods of fracture mechanics depends on the knowledge of the real characteristics of crack resistance, obtained on the basis of modern methods.

Ключові слова: критерії руйнування, тріщина, параметри тріщин, залишкова міцність.

Key words: fracture criteria, crack, crack parameters, residual strength.

Тривала експлуатація машин і конструкцій дуже часто призводить до значного пониження їх несучої здатності. Це пов'язане із появою у поперечних та поздовжніх перерізах, за різними причинами, значної кількості мілких тріщин, що мають властивість перетворюватися у магістральні. Останнє може загрожувати руйнуванням самої конструкції.

Розглядаються різні методики визначення граничного стану для конструкцій із металу або залізобетону, що можуть знаходитися під дією навантажень, котрі викликають позacentровий розтяг-стиск або згинальні деформації та пов'язані з ними пошкодження у вигляді тріщин. Такі навантаження є особливо небезпечними і вимагають більш детальних розрахунків методами механіки руйнування. Для таких досліджень можуть використовуватися різні теорії міцності для крихких матеріалів або критерії механіки руйнування. Серед найбільш поширених таких критеріїв є силовий критерій Дж. Ірвіна [1] та деформаційні критерії локального руйнування М.Я. Леонова, В.В. Панасюка – δ_c -критерій [2] та КРТ критерій Д.С. Дагдейла [3].

Важливою проблемою на сьогодні є оцінка залишкової міцності конструкцій, що пошкоджені дефектами типу тріщин. Огляд досягнень з цієї проблеми можна знайти в роботах В.В. Панасюка, В.З. Партон, Є.О. Андрейківа, М.П. Саврука [4,5] та багатьох інших [6,7].

Існує велика кількість розроблених аналітичних і числових методів розв'язування задач теорії тріщин [8-11], на розв'язках яких можна дослідити тріщиностійкість матеріалів та конструкцій за різних умов навантаження.

Використаємо силовий критерій Дж. Ірвіна [1], який запропонував нову умову для визначення початку росту тріщини у деформованому твердому тілі. Запропонований ним критерій ґрунтується на концепції граничних значень коефіцієнтів інтенсивності напружень (КІН) $K_{iC} (i = I, II, III)$, де кожне значення індекса i коефіцієнтів K_I, K_{II}, K_{III} пов'язане з типом зміщення берегів тріщини матеріалу елемента конструкції (рис.1).

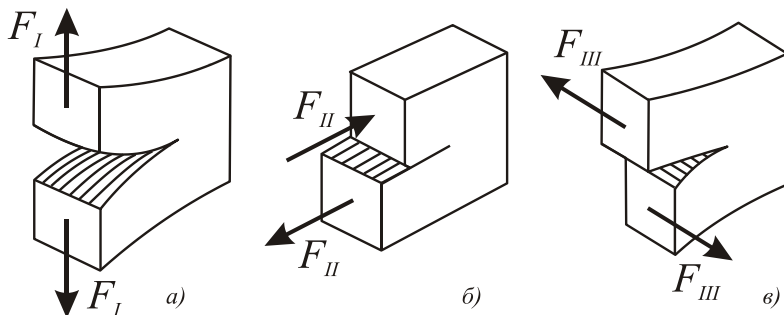


Рис. 1. Типи зміщення берегів тріщини: *a* – розкриття (відрив);
б – поперечний зсув; *в* – поздовжній зсув

Сутність силового критерію полягає у тому, що початок розкриття і руху тріщини у кожному конкретному випадку (рис.1) починається з моменту, коли коефіцієнт інтенсивності напружень K_i досягає свого граничного значення K_{Ic} (в'язкості руйнування):

$$K_i \equiv (\sigma, \tau) \sqrt{\pi l} f_i(\lambda) = K_{Ic} \quad (1)$$

де $f_i(\lambda)$ – функція, за допомогою якої враховуються розміри елемента конструкції, спосіб його навантаження та форма тріщини. Для об'ємного приймають рівною одиниці, а згадані КІН спрощуються до формул:

$$K_I = \sigma \sqrt{\pi l}, \quad K_{II,III} = \tau \sqrt{\pi l} \quad (2)$$

Знаючи експериментальні значення величин K_{Ic} для заданого матеріалу та використавши формули (1), (2) для різних типів руйнування, легко знайти значення критичних півдовжин тріщин $l_{кр.}$ за певного напруженого стану в тілі:

$$l_{кр.} = \frac{K_{Ic}^2}{\pi \sigma^2} \quad \text{і} \quad l_{кр.} = \frac{K_{II,III}^2}{\pi \tau^2} \quad (3)$$

Після досягнення цих значень тріщина в матеріалі починає рухатися. Одночасно, використання цього методу має низку зауважень і недоліків, котрі пов'язані із вимогами і недоліками лінійної механіки руйнування та необхідністю переходу від однопараметричних критеріїв руйнування до їх багатопараметричних аналогів.

Для бетону, чавуну та інших крихких матеріалів в'язкість руйнування K_{Ic} може приймати такі значення (табл.1).

Таблиця 1

Значення $\sigma_{мц.р}$, K_{Ic} для деяких матеріалів

Матеріал	$\sigma_{мц.р}$ (МПа)	$E \cdot 10^{-4}$ (МПа)	K_{Ic} (МПа $\sqrt{м}$)
Алюміній (стоп Д16Т)	209	7,1	43,4
Кераміка (Al_2O_3)	120	3,82	6
Феритний чавун	230	15,5	16
Бетон (С25/30)	1,2	3,25	0,72

До одного із таких, більш досконалих, методів належать деформаційні критерій локального руйнування – δ_c -критерій, запропонований М. Леоновим, В. Панасюком та Д. Дагдейлом [2,3]. Ці критерії дають змогу визначити критичне напруження $\sigma_{кр.}$ за величиною розкриття вістря тріщини δ_I у пружно-пластичному матеріалі (рис. 2).

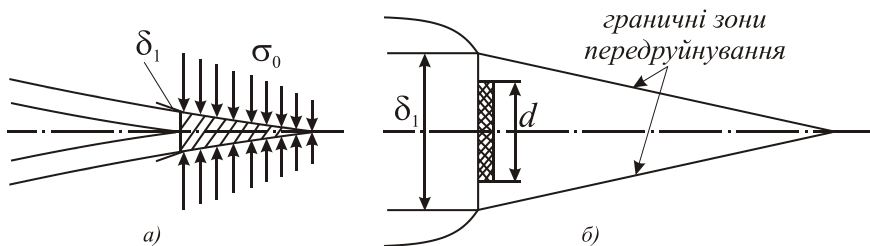


Рис. 2. Розрахункова схема деформаційного критерію

За цим критерієм вважається, що умовою руйнування матеріалу є досягнення величиною розкриття тріщини δ_I певного критичного значення δ_{Ic} :

$$\delta_I = \delta_{Ic}. \quad (4)$$

Тут $\delta_{Ic} = (1 + \epsilon_c)d$ – константа матеріалу, яка фіксується в момент зрушення (початку руху) тріщини; ϵ_c – граничне значення деформації, за

якої відбувається розрив матеріалу; d – певна початкова довжина елемента матеріалу в зоні передруйнування (рис. 2б).

Величину розкриття тріщини δ_I шукають за допомогою наближеної формули [5]:

$$\delta_I = \frac{\pi\sigma^2 l}{E\sigma_0}, \quad (5)$$

де σ_0 – усереднене напруження, яке знаходиться у межах $\sigma_{пл.} \leq \sigma_0 \leq 0,5(\sigma_{пл.} + \sigma_{мц.})$.

Використовуючи формули (4), (5) легко отримати вираз для критичного значення півдовжини тріщини $l_{кр.}$ за заданого напруження σ :

$$l_{кр.} = \frac{E\sigma_0\delta_{Ic}}{\pi\sigma^2}. \quad (6)$$

Одночасно, між характеристиками в'язкості руйнування матеріалу K_{Ic} , K_{IIc} і K_{IIIc} та відповідними величинами розкриття тріщини існує взаємозв'язок у вигляді наступних формул:

$$\delta_{Ic} = \frac{K_{Ic}^2}{\sigma_0 E}; \quad \delta_{IIc} = \frac{K_{IIc}^2}{\tau_0 G} \cdot (1-\nu); \quad \delta_{IIIc} = \frac{2K_{IIIc}^2}{\pi\tau_0 G}. \quad (7)$$

У випадку пружно-пластичного матеріалу у формулах (7) із невеликою похибкою можна прийняти, що відповідні напруження σ_0 і τ_0 дорівнюють відповідним границям плинності: $\sigma_0 = \sigma_{0,2}$ і $\tau_0 = \tau_{0,2}$. Для крихкого матеріалу такі спрощення уже не є допустимими.

Разом з тим, для визначення критичного значення півдовжини тріщини $l_{кр.}$ при заданому напруженні σ у формулі (6), необхідно знати або його величину, або яку частину m від граничного (M_u, P_u, q_u) складає діюче навантаження (M, P, q). Після цього необхідно у формулу (6) замість величини σ підставити величину σ_0 / m . Тоді згадана формула, із урахуванням (7), набуде вигляду:

$$l_{кр.} = \frac{m^2 K_{Ic}^2}{\pi\sigma_0^2} \quad (8)$$

Дані формули є дуже наближеними, бо не враховують у лінійній механіці руйнування низки факторів, починаючи від форми тріщини і закінчуючи історією формування самого матеріалу, його фізичними та механічними характеристиками та властивостями. Для точніших підрахунків необхідно використовувати критерії нелінійної механіки руйнування у бетонах, чавунах і стопах [5,6,7]. Ці критерії враховують обов'язково як нелінійність деформування, так і неоднорідність самого матеріалу.

Таким чином, використавши формули (7), (8), а також дані табл.1, можна отримати значення критичних півдовжин тріщин $\tilde{l}_{кр.} = l_{кр.} / m^2$ і величини критичного розкриття δ_{Ic} за розглянутими методами та звести ці результати у табл. 2.

Таблиця 2

Значення $\tilde{l}_{кр.}$ та δ_{Ic} для заданих матеріалів

Матеріал	$\tilde{l}_{кр.}$ (мм)	δ_{Ic} (мм)
Алюміній (стоп Д16Т)	13,7	0,127
Кераміка (Al_2O_3)	0,80	0,0078
Феритний чавун	1,54	0,0072
Бетон (С25/30)	114,6	0,0133

Потрібно зауважити, що дані першого стовпця необхідно ще домножити на параметр m^2 , який для кожного матеріалу буде своїм. Дані другого стовпця містять значення величини критичного розкриття δ_{Ic} у міліметрах. Зокрема, для алюмінієвого стопу Д16Т (перший рядок) ці дані майже співпадають із відповідним результатом Я.Л. Іваницького і П.С. Куня [12, с.173], де для початкової довжини півтріщини $l_0=13$ мм знайдено величину критичного розкриття $\delta_{Ic}=0,125$ мм. Дані, що отримані для бетону (остання стрічка), повністю співпадають із даними роботи [13, с. 247, табл.3], одержаними за енергетичним методом ($\delta_c^e = 0,013$ мм).

Одночасно, із аналізу даних другого стовпця видно, що величина критичного розкриття δ_{Ic} для бетону С25/30 є явно заниженою у

порівнянні з експериментальними даними. Так, згідно Y. Jeng і S.P. Shah [7, с.287] експериментальна величина критичного розкриття становить $\delta_{lc} = 0,125\text{мм}$ для бетону C25/30 (з урахуванням повзучості та усадки протягом 28 діб), що є більшим у 9,4 разів. Аналогічні дослідження проводилися Й.Й. Лучком, П.М. Ковалем і С.Т. Штайурою [13], де для подібних бетонів в'язкість руйнування уже дорівнює $K_{lc}^p = 1,82$. У цьому випадку за формулою (7) відповідний результат буде $\delta_{lc} = 0,085\text{ мм}$, що дає похибку 32%.

Тобто, точність розрахунків елементів конструкцій із бетону та чавуну методами механіки руйнування залежить від знання реальних характеристик тріщиностійкості, отриманих на основі сучасних методик, із урахуванням часового періоду та закономірностями їх зміни через певний час.

References

1. Irwin G.R. Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate // J. Appl. Mech, 1957. 24. P/ 361-364.
2. Leonov M.Ia., Panasiuk V.V. Rozvytok naidribnishykh trishchyn v tverdomu tili // Prykladna mekhanika, 1959. №4. S. 391- 401.
3. Dugdale D.S., Yielding of steel sheets containing slits. J. Mech. And Phys. Sol., 8 (1960) pp. 100-108.
4. Mekhanyka razrusheniya y prochnost materyalov: Sprav. posobyе: V 4-kh tomakh / Pod obshchei red. Panasiuka V.V. Kyev: Nauk. dumka. 1988. T.1: Osnovy mekhaniky razrusheniya / Panasiuk V.V., Andreikyv A.E., Parton V.Z., 1988. 488 s. T.2: Koeffytsyenty yntensyvnostry napriazheniy v telakh s treshchynamy / Savruk M.P., 1988, 620 s.
5. Panasiuk V.V. Mekhanyka kvazykhrupkoho razrusheniya materyalov. K.: Nauk. dumka, 1991. 146 s.
6. Pyradov K.A. Bysenov K.A., Abdullaev K.U. Mekhanyka razrusheniya betona y zhelezobetona. ALMATY: Yzd. tsentr VAK RK Mynobrazovanyia y nauky RK, 2000. 305 s.
7. Luchko Y.I., Chubrikov V.M., Lazar V.F. Mitsnist, trishchynostiikist i dovhovichnist betonnykh ta zalizobetonnykh konstruktssii na zasadakh mekhaniky ruinovannia. Lviv: Kameniar, 1999. 348 s.
8. Sulym H., Rotko S., Shvabiuk V. Strength of composite ring damaged by a crack // Materialy IV Sympozjum Mehaniki Zniszczenia Materialow i Konstrukcji. Augustow, 2007. P. 261-263.
9. Shvabiuk V.I., Rotko S.V. Liniine deformuvannia, mitsnist i stiikist kompozytnykh obolonok serednoi tovshchyny: monohrafiia, Lutsk, 2015. 264 s.
10. Spravochnyk po koeffytsyentam yntensyvnostry napriazheniy: V 2-kh tomakh: Per. s anhli. / Pod red. Yu. Murakamy. M.: Myr, 1990. 1016 s.
11. Shvabiuk V.I. Opir materialiv: Pidruchnyk. Kyiv: Znannia, 2016. 408 s.
12. Ivanytskyi Ya.L., Kun P.S. Trishchynostiikist konstruktssiynykh materialiv za skladnoho navantazhennia. Lviv: SPOLOM, 2013.280 s.

13. Luchko Y.I., Koval P.M., Shtaiura S.T. Porivniannia sylovoho ta enerhetychnoho pidkhodiv pid chas vyznachennia kharakterystyk trishchynostiikosti betonu // *Mekhanika i fizyka ruinuвання budivelnnykh materialiv ta konstruktсии* /Za zah. red. Andreikiva A.Ie., Luchka Y.I., Bozhydarnyka V.V. Lviv: Kameniar. 2002. 585 s.

Список літератури

1. Irwin G.R. Analysis of stresses and strains near the end of a crack traversing a plate // *J. Appl. Mech*, 1957. 24. P/ 361-364.

2. Леонов М.Я., Панасюк В.В. Розвиток найдрібніших тріщин в твердому тілі // *Прикладна механіка*, 1959. №4. С. 391- 401.

3. Dugdale D.S., Yielding of steel sheets containing slits. *J. Mech. And Phys. Sol.*, 8 (1960) pp. 100-108.

4. Механика разрушения и прочность материалов: Справ. пособие: В 4-х томах / Под общей ред. Панасюка В.В. Киев: Наук. думка. 1988. Т.1: Основы механики разрушения / Панасюк В.В., Андрейкив А.Е., Партон В.З., 1988. 488 с. Т.2: Коэффициенты интенсивности напряжений в телах с трещинами / Саврук М.П., 1988, 620 с.

5. Панасюк В.В. Механика квазіхрупкого разрушения материалов. К.: Наук. думка, 1991. 146 с.

6. Пирадов К.А. Бисенов К.А., Абдуллаев К.У. Механика разрушения бетона и железобетона. АЛМАТЫ: Изд. центр ВАК РК Минобразования и науки РК, 2000. 305 с.

7. Лучко Й.Й., Чубріков В.М., Лазар В.Ф. Міцність, тріщиностійкість і довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій на засадах механіки руйнування. Львів: Каменяр, 1999. 348 с.

8. Sulym H., Rotko S., Shvabiuk V. Strength of composite ring damaged by a crack // *Materialy IV Sympozjum Mehaniki Zniszczenia Materialow i Konstrukcji*. Augustow, 2007. P. 261-263.

9. Шваб'юк В.І., Ротко С.В. Лінійне деформування, міцність і стійкість композитних оболонок середньої товщини: монографія, Луцьк, 2015. 264 с.

10. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений: В 2-х томах: Пер. с англ. / Под ред. Ю. Мураками. М.: Мир, 1990. 1016 с.

11. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: Підручник. Київ: Знання, 2016. 408 с.

12. Іваницький Я.Л., Кунь П.С. Тріщиностійкість конструкційних матеріалів за складного навантаження. Львів: СПОЛОМ, 2013.280 с.

13. Лучко Й.Й., Коваль П.М., Штаюра С.Т. Порівняння силового та енергетичного підходів під час визначення характеристик тріщиностійкості бетону // *Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій* /За заг. ред. Андрейківа А.Є., Лучка Й.Й., Божидарника В.В. Львів: Каменяр. 2002. 585 с.

**ПРОЕКТУВАННЯ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ З
ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ SWOT-АНАЛІЗУ**

**DESIGN OF SEWERAGE NETWORKS USING THE PRINCIPLES OF
SWOT ANALYSIS**

Синій С. В., к.т.н., доц., Мельник Ю. А., к.т.н., доц., Сунак П. О., к.т.н., доц. (Луцький національний технічний університет, м. Луцьк), Ксьоншкевич Л. М., к.т.н., доц., Крантовська О. М., к.т.н., доц. (Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса)

Synii S. V., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Melnyk Yu. A., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Sunak P. O., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Lutsk National Technical University, Lutsk), Ksonshkevych L.M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Krantovska O. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor (Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa)

У даній роботі наведена методика проектування зовнішніх каналізаційних мереж із застосуванням принципів методу SWOT-аналізу. Вона обґрунтовує потребу врахування у проєктних рішеннях разом з вимогами діючих буднормативів (техніко-економічними та техніко-технологічними, екологічними характеристиками) також і актуальної інформації про ненормовані буднормативами особливості економічного, екологічного, правового, соціального характеру умов функціонування зовнішніх каналізаційних мереж. Розроблена методика розглянута на прикладі застосування принципів методу SWOT-аналізу при прокладанні зовнішніх каналізаційних мереж на ділянці території Шацького НПП.

The goals of sustainable development of the territory have a significant impact on modern views on the design and reconstruction of the sewerage network. This approach is characterized by a tendency to consider in the design not only the traditional purely technical aspects of the functioning of the sewerage network. That why, when substantiating the final design solution of the sewerage network, more and more attention is also paid to economic, environmental, legal, social and other aspects. Thus, in order to develop or select a sustainable sewerage network for a given area, a holistic system approach is important. To ensure a multi-criteria assessment of the prospects for the functioning of sewerage networks in a given area (based on the tasks of construction

or reconstruction of sewerage networks), this article proposes the application of SWOT analysis not only in the final but also in the initial stages of sewerage network design (for example, to select the tracing scheme of the sewer network). At the same time, due to the universality of the SWOT analysis toolkit, a holistic system approach is provided, which takes into account purely technical and non-technical criteria. Here technical-economic and technical-technological indicators and characteristics which are provided by the current specifications concerning designing of sewer networks are accepted purely technical. Non-technical indicators and characteristics of economic, environmental, legal, social nature are accepted, which are not necessarily included in the current standards for the design of sewerage networks.

Structuring of technical and non-technical criteria in SWOT matrix provides methodically correct application of SWOT analysis principles and allows to increase not only efficiency of design process, but also efficiency of the accepted design decisions of networks of the sewerage of territories. The results of the research were tested in the design of sewerage networks in the recreation area of Shatsk NNP.

Ключові слова: каналізаційна мережа, SWOT-аналіз, територія, проектування, благоустрій території, будівництво, реконструкція, експлуатація.

Keywords: sewerage network, SWOT analysis, territory, design, improvement of the territory, building, reconstruction, operation.

Постановка проблеми. Однією зі складових генпланування території населених пунктів є влаштування зовнішніх каналізаційних мереж, передусім як важливого чинника дотримання санітарно-гігієнічного забезпечення сучасного благоустрою території [1-8 та ін.]. Особливістю проектування зовнішніх інженерних мереж, як при новому будівництві, так і при реконструкції, є потреба узгодження технічних та технологічних рішень цих мереж (враховуючи сучасні інформаційні технології управління інженерними мережами [9, 10 та ін.]) з різноманітними за характером походження умовами зовнішнього впливу (містобудівними, екологічними, економічними, соціальними тощо) на перспективи функціонування систем інженерних мереж та управління їх розвитком.

Основні зовнішні впливи на роботу зовнішніх каналізаційних мереж переважно пов'язані з техніко-економічними та техніко-технологічними особливостями роботи їх систем і є закладеними у законодавчо-нормативній базі, зокрема – у вітчизняних нормативах [1-6]. Одночасно, для умов роботи зовнішніх каналізаційних мереж на природоохоронних територіях українською законодавчо-нормативною базою додатково підвищується рівень містобудівних та екологічних обмежень. Це

відповідає Цілям сталого розвитку ООН, європейським тенденціям впровадження концепції сталого розвитку таких територій [11, 12]. Однак, повнота врахування усіх чинників, які впливають на перспективи функціонування та розвитку передбачених до проектування зовнішніх каналізаційних мереж не повинна обмежуватись виключно нормативними вимогами, що дозволить приймати більш зважені проектні рішення мереж. Тому, актуальним є застосування методик розширеного аналізу зовнішніх та внутрішніх чинників, пов'язаних із функціонуванням зовнішніх каналізаційних мереж, наприклад – принципів SWOT-аналізу.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Дослідження каналізаційних мереж мають давню світову історію, основні положення сучасної методики їх проектування, розрахунку відображені у діючих вітчизняних нормативах [4-6 та ін.], складених колективом авторів. Традиційно метод SWOT-аналізу використовують в економічних дослідженнях для стратегічного планування [13 та ін.], в тому числі – і у галузях будівництва та ЖКГ, транспорту [14-16]. Завдяки універсальності, його успішно використано для аналізу та прийняття рішень з питань екологічного та технічно-технологічного характеру, наприклад для аналізу: екологічної складової урбанізованої території [17], реконструкції проммайданчика [18], управління ресурсами підземних вод [19], вибору технології переробки, утилізації ТПВ [20], управління розвитком систем водопостачання та водовідведення міст [9, 11], результатів дослідження технологічного процесу безтраншейного прокладання інженерних комунікацій розробленим робочим органом [21]. Однак не зважаючи на широке коло питань, в тому числі і в інженерній сфері, для вирішення яких використовується інструментарій методу SWOT-аналізу, існують резерви для розширення використання цього методу, зокрема – безпосередньо для завдань проектування технічних систем, наприклад – мереж каналізацій.

Мета статті та постановка завдання. Метою статті є розробка методики застосування принципів SWOT-аналізу для проектування зовнішніх каналізаційних мереж. **Основні завдання:** дослідити можливості застосування SWOT-аналізу для проектування зовнішніх каналізаційних мереж; розробити методику застосування принципів SWOT-аналізу на початкових стадіях проектування цих мереж.

Виклад основного матеріалу. Проектування каналізаційних мереж здійснюється на основі діючої нормативної бази, методика якої направлена на вирішення основних технічних питань з їх проектування. При цьому,

загальні вимоги не технічного характеру враховуються у проектному рішенні в основному за допомогою завдання на проектування, кошторисної документації, ТЕО, розділу з ОБНС, тобто – проектної документації, до складу якої входять нормативні показники економічної та екологічної оцінки проектних рішень. Також, до особливостей нетехнічного характеру можна віднести процедуру громадського обговорення, яка супроводжує суспільно важливі проектні рішення каналізаційних мереж або санітарно-технічного стану чи благоустрою території, для якої прокладаються ці каналізаційні мережі. В цих умовах проектування, загальна інформація нетехнічного характеру щодо проектування зовнішніх каналізаційних мереж є погано структурованою і основним її завданням є підтвердження чи заперечення дозволу на будівництво цих мереж. Однак при такому підході мало приділяється уваги питанню обґрунтування стратегічного планування зовнішньої каналізаційної мережі, тобто перспективам функціонування цієї складної технічної системи у зв'язку зі стратегічним плануванням розвитку території, яку обслуговує і до якої належить така система. Розвиток території, відповідно, тісно пов'язаний з діяльністю її власників. Таким чином, одним з актуальних завдань, недостатньо повно врахованих у сучасній методиці проектування зовнішніх каналізаційних мереж, є потреба узгодження проектних рішень цих мереж із комплексом різноманітних за своїм характером умов та зовнішніх впливів (враховуючи не лише нормативні техніко-економічні та техніко-технологічні, екологічні), від яких залежить стратегічне планування функціонування зовнішніх каналізаційних мереж. Наприклад, якщо у технічно правильних (виконаних відповідно до вимог буднормативів) проектних рішеннях каналізаційних мереж недостатньо враховані також і не обов'язково нормовані діючими будівельними нормативами особливості економічного, екологічного, юридичного, соціального характеру умов їх функціонування, то у перспективі може виникати обґрунтована потреба у кардинальній переробці чи зміні технічних рішень, і навіть закритті таких мереж.

Аналогічні загрози розглядаються і при стратегічному плануванні з використанням методу SWOT-аналізу [13-20 та ін.]. А тому завдання такого типу для проектування зовнішніх каналізаційних мереж можна успішно вирішувати, застосовуючи метод SWOT-аналізу, для якого властиві розширені можливості всебічного аналізу існуючих ситуацій, в тому числі і суто технічних [9, 21]. Відповідно до даного підходу, нижче

наведено результати досліджень із застосування принципів методу SWOT-аналізу при розробці проєктних рішень зовнішніх каналізаційних мереж.

Традиційно властивим для здійснення завдань стратегічного планування в економічних та інших дослідженнях [9, 13-21 та ін.] є застосування SWOT-аналізу на завершальній стадії проєкту – для розробки перспектив розвитку діяльності (чи проєкту) на основі порівняння і аналізу економічної, екологічної, технологічної ефективності розроблених варіантів проєктних рішень чи існуючих ситуацій. У даному дослідженні пропонується розширити застосування принципів методики SWOT-аналізу на початковій стадії проєктування зовнішніх каналізаційних мереж.

Функціонування зовнішніх каналізаційних мереж як складної технічної системи для видалення та очищення стічних вод забезпечується поєднанням її технічних та технологічних характеристик.

Однією з найбільш важливих методичних здатностей застосування принципів методики SWOT-аналізу для прийняття остаточного проєктного рішення зовнішньої мережі каналізації є можливість проведення аналізу на основі структуризації сильних та слабких сторін, різноманітних корисних для конкретних завдань умов проєктування (наприклад, цю можливість доцільно використовувати при обґрунтуванні чи порівняльному аналізі варіантів схеми трасування мережі каналізації). Тут під "різноманітними" розуміються не лише традиційні для технічного проєктування зовнішньої мережі каналізації умови технічного чи технологічного характеру та нормативні вимоги [1-6], але і притаманні для SWOT-аналізу стратегічного планування умови суто економічних, екологічних, юридичних (правових) особливостей [13-20], а також інших особливостей (інформаційно-соціальних [9-11], соціальних тощо) перспектив функціонування мережі каналізації, які розширюють та узагальнюють аналітичний аналіз роботи мережі каналізації як складової частини більшої системи, наприклад благоустрою території [22].

Застосування принципів методики SWOT-аналізу при проєктуванні зовнішньої мережі каналізації полягає у наступному.

Мета – розробка проєктного рішення зовнішньої мережі каналізації. Завдання – розробка SWOT-матриці та її аналіз для вибору ефективного проєктного рішення зовнішньої мережі каналізації.

Приймемо три рівні ієрархії внутрішнього та зовнішнього середовищ:
- рівень 1 – зовнішня мережа каналізації, як технічна система (з нормативними показниками та характеристиками);

- рівень 2 – ієрархічно вища система з технічними та нетехнічними характеристиками, для потреб якої аналізується дана мережа: територія (благоустрою; забудови; природоохоронна; культурної, суспільної чи іншої цінності); діяльність власника мереж чи суб'єкта господарювання;

- рівень 3 – система з технічними та нетехнічними характеристиками, ієрархічно вища над системою рівня 2, тобто є комплексом систем рівня 2.

Два можливі випадки вибору цих середовищ у SWOT-матриці:

- випадок 1 – внутрішнє середовище – рівень 1; зовнішнє середовище – рівень 2;

- випадок 2 – внутрішнє середовище – рівні 1 та 2; зовнішнє середовище – рівень 3.

Прикладом до випадку 1 може бути аналіз мережі каналізації на ділянці благоустрою суб'єкта господарювання, а до випадку 2 – аналіз мережі каналізації для ділянки благоустрою суб'єкта господарювання, якщо ця мережа також прокладена на території, до складу якої входить розглядувана ділянка благоустрою суб'єкта господарювання.

Зокрема, у [22] спочатку при проектуванні використано умови випадку 2 – для порівняння 4 розроблених варіантів схеми прокладання каналізаційних мереж (з обґрунтуванням ділянок самопливної та напірної систем) на території рекреації Шацького НПП (ур. Гушово). Далі – умови випадку 1 – для порівняння 2 розроблених варіантів схеми прокладання каналізаційних мереж (з уточненням проєктних рішень ділянок самопливної та напірної систем) безпосередньо на ділянці благоустрою території ЛНТУ.

Для підвищення об'єктивності результатів аналізу, у кожній категорії (комірці) SWOT-матриці доцільно: визначити важливі та менш важливі критерії технічного та нетехнічного характеру; при порівнянні в одній SWOT-матриці кількох варіантів проєктних рішень, виключати однакові для всіх варіантів результати. SWOT-аналіз є інструментом аналізу, а не конкретним результатом, а тому висновки SWOT-аналізу повинні складатись кваліфікованим дослідником чи проєктантом.

Висновки. Методично правильне застосування принципів SWOT-аналізу при проектуванні зовнішньої мережі каналізації доцільне не лише на завершальних етапах проектування для аналізу розроблених проєктних рішень, але й на початкових етапах (наприклад для вибору схеми трасування), що дозволить підвищити не лише ефективність процесу

проектування, але й, що ще більш важливо, – ефективність прийнятих проектних рішень зовнішніх мереж каналізації.

References

1. DBN B.2.2-12:2019 Planuvannya ta zabudova terytorij. - K.: Minregionbud Ukrainy, 2019.
2. DBN B.2.2-5:2011 Blagoustrij terytorij. – K.: Minregion Ukrainy, 2012.
3. DBN A.2.2-1-2003 Sklad i zmist materialiv OVNS pry proektuvanni i budivnyctvi pidpryemstv, budynkiv i sporud. – K.: Derzhbud Ukrainy, 2004.
4. DBN V.2.5-75:2013 Kanalizaciya. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennya proektuvannya. – K.: Minregionbud Ukrainy, 2013.
5. DBN V.2.5-74:2013 Vodopostachannya. Zovnishni merezhi ta sporudy. Osnovni polozhennya proektuvannya. – K.: Minregionbud Ukrainy, 2013.
6. DBN V.2.5-64:2013 Vnutrishnij vodoprovod ta kanalizaciya. Chastyna I. Proektuvannya. Chastyna II. Budivnyctvo. – K.: Minregion Ukrainy, 2013.
7. Synii S.V. ta in. Reconstruction of sewerage networks with reinforced concrete wells for engineering improvement of territories with a high level of groundwater [Elektronnyi resurs] // Innovaciya u budivnyctvi: zb. tez dop. VI Mizhn. nauk.-prakt. internet-konf. mol. uch. ta stud. – Luczk: LNTU, 2021. – S.90-93. URL: https://drive.google.com/file/d/1Lxa6gCbDsFiFFVDD5enuu2Lt37kM_VQF/view
8. Sunak P. O. ta in. Analiz zaxodiv rekonstrukciyi zhytlovogo fondu zakordonom // Mistobuduvannya ta terytorialne planuvannya: nauk.-texn. zb. – K: KNUBA, 2014. - Vyp. 54. – S. 397-410.
9. Solovej O. L. Modeli i metody informacijnoyi texnologiyi upravlinnya rozvytkom system vodopostachannya mist : avtoref. dys. kand. texn. nauk. : 05.13.06 – Informacijni texnologiyi; KNUBA. - K., 2013. - 18 s.
10. Synii S.V. Directions of development of monitoring technologies in water supply systems of Lutsk city // Suchasni texnologiyi ta metody rozrachunkiv u budivnyctvi: zb. nauk. pracz – Luczk: Luczkij NTU, 2017. – Vyp. 7. - S. 227-232.
11. Zamanian S. et al. Resilience of Sewer Networks to Extreme Weather Hazards: Past Experiences and an Assessment Framework // Pipelines 2020. - 2020, pp.50-59. <https://doi.org/10.1061/9780784483213.006>
12. Xoruzhij V. P. ta in. Osoblyvosti systemy vodovidvedennya ta ochyshhennya stichnyx vod v rekreacijnyx zonax // Nauk.-texn. zb. «Problemy vodopostachannya, vodovidvedennya ta gidravliky». - K: KNUBA, S.391-399.
13. Munier N. SWOT Analysis – Risk Analysis – Actual Problems Solved and Methods Used // A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-Making. - Springer, Dordrecht. 2011. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1512-7_9
14. Dedilova T.V. ta in. Financial aspects of reconstruction, construction and operation of water supply and drainage enterprises of Ukraine // Problemy i perspektyvy rozvytku pidpryemnyctva: zb. nauk. pracz XNADU. - Xarkiv: Styl-Yzdat, 2020. – №25, C. 34-47. <https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2020.25.0.34>
15. Lukyanov V.I. The Analysis of the Current State and Trends in the Development of the Housing and Utilities Infrastructure in Regions of Ukraine // Problems of economy. – 2017, № 4. C.206-211.
16. Hricová R. SWOT analysis of the Slovak inland waterway transport //Transport and Communications. – 2013, Vol. II, pp. 6-9. <https://doi.org/10.26552/tac.C.2013.2.2>

17. Safranov T.A. et al. SWOT analysis of the urbanized area environmental component (using the example of city of Odesa) // Ukrainian hydrometeorological journal. - 2019, № 23. S.121-134. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.11>
18. Zhen Yao, Qinfei Yu. SWOT analysis of industrial site redevelopment in mining area of Resource-based City - Taking Pingshuo, Shanxi Province as an example // IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci. – IOP Publishing Ltd. – 2020, Vol. 514, 022024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/514/2/022024>
19. Kallioras A., Pliakas F., Diamantis I., Kallergis G. SWOT analysis in groundwater resources management of coastal aquifers: a case study from Greece // Water Int.–2010. Vol.35, Is. 4. p. 25-441. <https://doi.org/10.1080/02508060.2010.508929>
20. Aich A., Ghosh S.K. Ghosh. Application of SWOT Analysis for the Selection of Technology for Processing and Disposal of MSW // Procedia Environ. Sci. - 2016, Vol. 35, pp. 209-228. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.083>
21. Posmituha A., Kravets S., Suponyev V., Kulazhenko Y. Determination of the size of the seal zone and the pressure of the soil on underground communications in the process of deformation of the soil by the wedge tip // Technology Audit and Production Reserves. – 2018, 5(143), pp.11–16. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.146626>
22. Synii S.V. та ін. Application of principles of swot-analysis at design of sewerage networks on the territory of Shatsk NNP [Electronic resource] // Current problems of the city building. Prospects and priorities of development: collection of theses all-Ukrainian scientific practical internet conference of young scientists and students, november 19, 2021, Lutsk. – Lutsk: LNTU, 2021. – S. 149-150. URL: <https://konf-mbg.wixsite.com/lntu-bci-mbg-2021>

Список використаної літератури

1. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій. - К: Мінрегіонбуд України, 2019.
2. ДБН Б.2.2-5:2011 Благоустрій територій. – К.: Мінрегіон України, 2012.
3. ДБН А.2.2-1-2003 Склад і зміст матеріалів ОБНС при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. – К.: Держбуд України, 2004.
4. ДБН В.2.5-75:2013 Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013.
5. ДБН В.2.5-74:2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013.
6. ДБН В.2.5-64:2013 Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – К.: Мінрегіон України, 2013.
7. Синій С. В. та ін. Реконструкція каналізаційних мереж із залізобетонними колодезями для інженерного благоустрою територій з високим рівнем ґрунтових вод [Електронний ресурс] // Інновації у будівництві: зб. тез доп. VI Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. мол. уч. та студ. – Луцьк: ЛНТУ, 2021. – С. 90-93. URL: https://drive.google.com/file/d/1Lxa6gCbDsFiFFVDD5enuu2Lt37kM_VQF/view
8. Сунак П. О. та ін. Аналіз заходів реконструкції житлового фонду закордоном // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К: КНУБА, 2014. - Вип. 54. – С. 397-410.
9. Соловей О. Л. Моделі і методи інформаційної технології управління розвитком систем водопостачання міст : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.13.06 – Інформаційні технології, КНУБА. - К., 2013. - 18 с.

10. Синій С. В. Напрямки розвитку технологій моніторингу в системах водопостачання міста Луцька // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві: зб. наук. праць – Луцьк: Луцький НТУ, 2017. – Вип. 7. - С. 227-232.
11. Zamanian S. et al. Resilience of Sewer Networks to Extreme Weather Hazards: Past Experiences and an Assessment Framework // Pipelines 2020. - 2020, pp.50-59. <https://doi.org/10.1061/9780784483213.006>
12. Хоружий В.П. та ін. Особливості системи водовідведення та очищення стічних вод в рекреаційних зонах // Наук.-техн. зб. «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки». - К: КНУБА, С.391-399.
13. Munier N. SWOT Analysis – Risk Analysis – Actual Problems Solved and Methods Used // A Strategy for Using Multicriteria Analysis in Decision-Making. - Springer, Dordrecht. - 2011, pp. 251-290. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1512-7_9
14. Деділова Т.В. та ін. Фінансові аспекти реконструкції, будівництва і експлуатації підприємств водопостачання та водовідведення України // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва: зб. наук. праць ХНАДУ. - Харків: Стиль-Издат, 2020. – № 25, С. 34-47. <https://doi.org/10.30977/PPB.2226-8820.2020.25.0.34>
15. Лук'янов В.І. Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку житлово-комунального господарства регіонів України // Пробл. екон. - 2017, 4. С.206-211.
16. Hricová R. SWOT analysis of the Slovak inland waterway transport //Transport and Communications. – 2013, Vol. II, pp. 6-9. <https://doi.org/10.26552/tac.C.2013.2.2>
17. Сафранов Т.А. та ін. SWOT-аналіз екологічної складової урбанізованої території (на прикладі міста Одеса) // Український гідрометеорологічний журнал. - 2019, № 23. С.121-134. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.11>
18. Zhen Yao, Qinfei Yu. SWOT analysis of industrial site redevelopment in mining area of Resource-based City - Taking Pingshuo, Shanxi Province as an example // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – IOP Publishing Ltd. – 2020, Vol. 514, 022024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/514/2/022024>
19. Kallioras A., Pliakas F., Diamantis I., Kallergis G. SWOT analysis in groundwater resources management of coastal aquifers: a case study from Greece // Water Int.–2010. Vol.35, Is. 4. p. 25-441. <https://doi.org/10.1080/02508060.2010.508929>
20. Aich A., Ghosh S.K. Application of SWOT Analysis for the Selection of Technology for Processing and Disposal of MSW // Procedia Environ. Sci. - 2016, Vol. 35, P. 209-228. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.083>
21. Posmituha A., Kravets S., Suponyev V., Kulazhenko Y. Determination of the size of the seal zone and the pressure of the soil on underground communications in the process of deformation of the soil by the wedge tip // Technology Audit and Production Reserves. – 2018, 5(143), pp.11–16. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.146626>
22. Синій С. В. та ін. Застосування принципів SWOT-аналізу при проектуванні каналізаційних мереж на території Шацького НПП [Електронний ресурс] // Сучасні проблеми містобудування. Перспективи та пріоритети розвитку: зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. мол. уч. та студ. – Луцьк: ЛНТУ, 2021. – С. 149-150. URL: <https://konf-mbg.wixsite.com/Intu-bci-mbg-2021>

**ПРИЙОМИ ТА МЕТОДИ РЕКОНСТРУКТИВНОГО
ПЕРЕТВОРЕННЯ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ ТА ТЕРИТОРІЙ
ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

**TECHNIQUES AND METHODS OF RECONSTRUCTIVE
TRANSFORMATION OF THE URBAN AREA AND TERRITORY OF
THE LUGANSK REGION IN THE MODERN CONDITIONS**

**Соколенко В.М., к.т.н., доц., Голоднов О.І., д.т.н., проф.,
Філатєв М.В., д.т.н., доц., Соколенко К.В., аспірант
(Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
м. Сєвєродонецьк)**

**Sokolenko V. M., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Holodnov O.I., Sc. D., prof., Filatiev M.V., Sc.D., Associate Professor,
Sokolenko K.V., postgraduate student (Volodymyr Dahl East Ukrainian
National University, Sievierodonetsk)**

Розглянуто завдання та прийоми реконструктивної діяльності міського середовища. Методи та моделі перетворення територій у завданнях розвитку інженерно-планувальної організації Луганської області в сучасних умовах.

The set of tasks of city reconstruction should be solved in the context of general problems of development of both the separate city, and region.

Circumstances formed during the previous periods of the life cycle of the city, a set of factors and conditions determine the need for reconstructive action. We can distinguish stages (periods) of evolution and cases of revolutionary changes, when the parameters of the system change quickly and suddenly. For Ukraine, 2014 became the line when the complex of problems of urban planning in the Donbass region was overwhelmed by an armed conflict inspired from outside. In addition to purely military-political problems, the planning organization of the military conflict zone has faced a radical change.

Comprehensive reconstruction is designed to eliminate the limitations that accumulate over time. The task is to analyze the methods and techniques of reconstruction activities in terms of determining the right development priorities. Methods of reconstructive activity of transformation and development of the cities and territories of Luhansk region are investigated. The actual directions and tasks of transformation of the functional-planning structure of the region in the modern conditions are analyzed.

The reconstructive activity can be divided into three types: reconstruction of buildings, reconstruction of urban area and reconstruction of the territory. There are three models of reconstruction activities that ensure the long-term development of

territories: preventive, accompanying and restorative. The reconstructive activity can be divided into continuous or total, linear or broad bands, local or selective.

We would consider it appropriate to supplement the interpretation with the concept of direction, vector. In cross-border cooperation of regions, a conditional axis of development is formed - multifunctional centers of cooperation are united by a transport and logistics axis, around which infrastructure objects are formed. In the border region, a belt is formed, which has a lateral direction - that is, it reproduces the demarcation line in parallel (lateral connecting line or 'belt' road).

In the context of the tasks of reconstruction of the territory, levels are distinguished - object application, and transformation of the target use of the planning organization of the city or region.

The considered types of reconstruction form an integrated model of city reconstruction, agglomeration, which serves as a basis for the development of programs and projects as a comprehensive reconstruction of the city, territory and its system components.

Ключові слова: місто, агломерація, реконструкція міської забудови, реконструкція територій, модель реконструкції, методи реконструктивної діяльності.

Keywords: city, agglomeration, urban redevelopment, territory reconstruction, a model of the reconstruction, methods of reconstructive activity

Постановка проблеми. Соціальна якість міської системи визначається її функціонально просторовою структурою, яка відображає взаємне розташування її основних функціональних комплексів, а саме промислового, житлового, комунально-складського, зовнішнього транспорту, громадського обслуговування та інших у фізичному просторі території, яка формує просторову конфігурацію системи зв'язків, об'єднуючих ці комплекси в функціональну цілісність.

Виходячи із передумов, можна зробити висновок, що потрібно вирішувати комплекс задач реконструкції міста в контексті загальних проблем міського розвитку.

Слід зважати на обставини, що сформувались протягом попередніх періодів життєвого циклу міста, набір факторів та умов, що диктують необхідність реконструктивних дій. Як і в будь якій системі, термін існування та розвитку якої обчислюється десятками та сотнями років, можна виокремити етапи (періоди) еволюції та випадки революційних змін, коли параметри системи змінюються швидко та раптово. В окремих випадках можна вживати категорію зламу, катастрофи. Історія містобудівного розвитку містить приклади міст, держав та регіонів, котрі розвивались переважно еволюційним шляхом, без уразливих потрясінь. Проте у багатьох випадках міста та території зазнавали катастрофічних потрясінь – взяти хоча б європейській континент у ХХ ст. періоду 1 та 2 світових воєн. Для України 2014 р. став межею, коли комплекс проблем містобудівної діяльності у регіоні Донбасу був причавлений збройним

конфліктом, інспірованим зовні. Окрім суто військово-політичних проблем кардинальної зміни зазнала планувальна організація зони військового конфлікту [1-3]. Втрата контролю над окремими районами Луганської та Донецької областей викликала ефект ампутації. Штучне та раптове розчленування практично усіх господарських функцій, територіальних та інфраструктурних зв'язків вплинуло на весь регіональний комплекс. Окрім завдань та проблем самостійного функціонування та розвитку окремих міст області у терміни завдань містобудування, слід аналізувати загальні проблеми розвитку та функціонування області, регіону, території [4].

Аналіз відомих досліджень і публікацій

Аналіз відомих робіт зарубіжних і вітчизняних вчених показав, що питанням реконструкції територій, міст останнім часом приділяється значна увага. Комплексна реконструкція міст, територій є містобудівним заходом, спрямованим на вдосконалення архітектурно-планувальних, функціональних і естетичних рішень міського середовища за умови прийняття доречних пропозицій використання та розвитку міських територій. Комплексна реконструкція покликана ліквідувати недоліки, що накопичуються з плином часу, особливо на зламі соціально-політичних формацій, невирішених внутрішніх проблем та зовнішніх факторів. Проведені теоретичні дослідження з цього питання представлені в роботах [4-14], у той же час пошук напрямів найбільш раціонального використання міських територій, раціональної трансформації планувально-функціональної структури міст та регіонів висуває нові завдання, залежно від дії широкого спектру факторів та чинників.

Задача полягає в аналізі методів та прийомів реконструктивної діяльності комплексної реконструкції міської забудови та територій з точки зору визначення правильних пріоритетів розвитку.

Орієнтація на конкретні цільові завдання повинна знайти відображення у структурі та складі показників програм і планів розвитку міських територій, агломерацій, міст [15,16].

Мета статті. Дослідити методи та прийоми реконструктивної діяльності перетворення та розвитку міст і територій Луганської області. Проаналізувати актуальні напрями та завдання трансформації функціонально – планувальної структури області в сучасних умовах.

Виклад основного матеріалу. Якщо розглядати реконструктивну діяльність, як невід'ємну складову містобудівної діяльності, то її мета є забезпечення життєстійкості та послідовного розвитку міста відповідно до зростаючих соціально-економічних стандартів суспільства на основі систематичного оновлення якості та складу основних фондів міста, удосконалення його планувальної структури, підвищення ефективності використання ресурсів міського розвитку, збагачення архітектурного образу міста та збереження його культурної спадщини [5,6]. Проте міста,

що знаходяться під порядкуванням військово-цивільної адміністрації, не можуть керуватись у вирішенні проблем свого містобудівного розвитку положеннями ДБН.

В цілому реконструктивну діяльність можна розрізнити за трьома видами: реконструкція будівель, реконструкція забудови та реконструкція території – трансформація планувально територіальної структури регіону [10-12].

Реконструкція будівель розглядається як автономний об'єкт або як елемент у складі проекту реконструкції забудови. При реконструкції будівель вирішуються переважно архітектурні задачі при дотриманні містобудівної регламентації.

Реконструкція забудови визначається як сукупність будівель і споруд, розташованих на локалізованій території, яка розглядає планувальну цілісність з житловою функцією, промисловою функцією, функцією громадських будинків тощо. Реконструкції підлягають будинки та споруди, які розташовані на території, що розглядається, інженерні комунікації, дороги, благоустрій, з додатковим будівництвом об'єктів основної функції і об'єктів культурно-побутового призначення, а також санацією території. Метою даного виду реконструкції є створення, на основі існуючої забудови, сучасного гармонійного житлового середовища, з необхідним комплексом обслуговування і благоустрою. Проте слід визначити коло споживачів (у широкому сенсі) постійних та зовнішніх, потреби яких має задовільнити реконструкція забудови.

Реконструкція території реалізується у заміні існуючого функціонального використання території іншою функцією з повною ліквідацією існуючих фондів і створення нових основних фондів або збереження на даній території сформованої функції, але з заміною існуючих фондів на сучасні. При реконструкції території також можлива зміна сформованого функціонального використання території новою функцією з частковою заміною існуючих основних фондів на нові і трансформацією окремих існуючих будинків, об'єктів, споруд та мереж під нову функцію та зміна сформованого функціонального використання території на інше з повною заміною основних фондів [17-18]. Слід відзначити, що на території Луганської та Донецької областей формується прикордонний регіон, з функціями обмежувального характеру замість транскордонної співпраці. Навіть первинний аналіз свідчить – транскордонна співпраця формує лінійні осі у напрямку головних магістралей [4]. Прикордонний регіон формує пояс безпеки та розчленування по лінії конфронтації [1-3]. Змінюється напрям та характер інженерної інфраструктури (м'яко кажучи). Формується рокадне сполучення. Опорний каркас території формують магістральні шляхи сполучення – автомобільні та залізничні. Обласні центри, традиційно, виконують функції центрів тяжіння, є великими транспортними вузлами.

На них спрямовано значну частку вантажопотоків, поблизу них формуються хаби, елементи транспортної інфраструктури. Мережа ЛЕП Луганської області також має орієнтацію у напрямку основних промислових споживачів електрики. Був період, коли Луганська ТЕС була фактично відокремлена від єдиної енергетичної мережі України. Рис. 1 та 2 ілюструють характер розтину транспортних зв'язків, а отже, і планувальної структури.

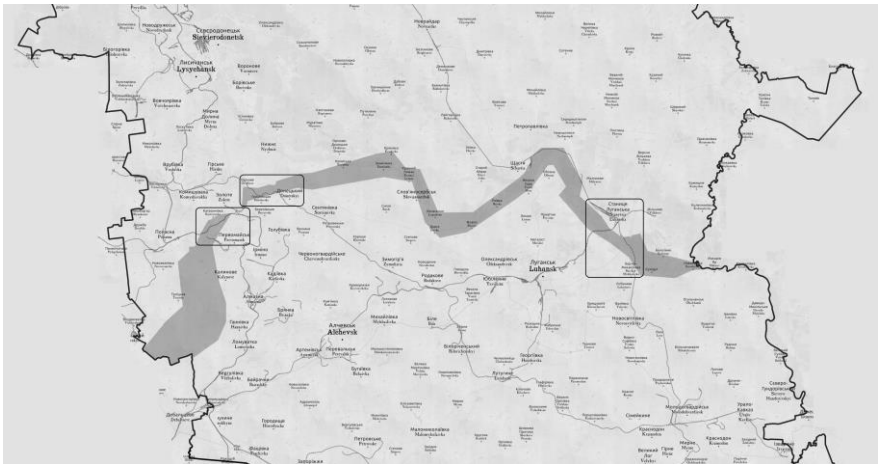


Рис. 1. Схема залізничних доріг, що знаходяться у зоні розмежування

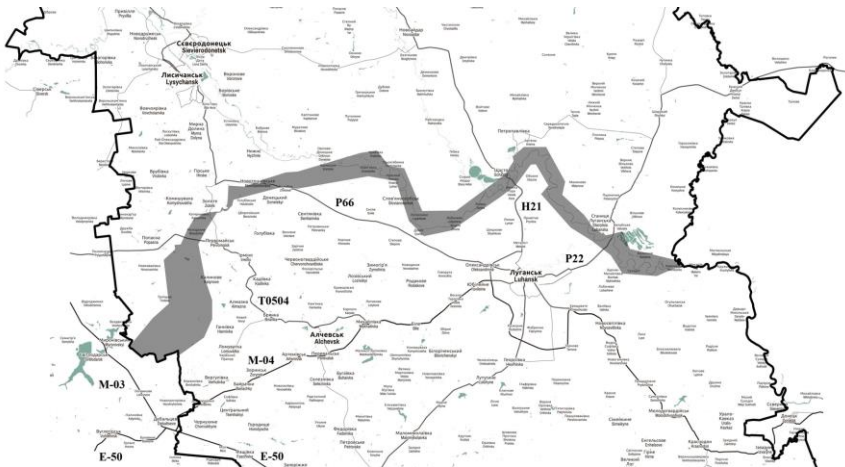


Рис. 2. Схема шляхів та автодоріг Луганської області, що знаходяться у зоні розмежування

Розірвано господарські та економічні зв'язки. Окрім розриву мереж ЛЕП області (рис.3) складною проблемою лишається забезпечення питною водою територій. Частина технологічних та магістральних нафто- та газогонів полишилась на неконтрольованій території.



Рис. 3. Схема магістральних мереж ЛЕП, що знаходяться у зоні розмежування

З точки зору сталого розвитку міста можна виділити три моделі реконструктивної діяльності, які забезпечують його перспективний розвиток: упереджувальна, супроводжуюча та відновлювальна [11].

Модель «упереджувальної» або «випереджаючої» реконструкції. Сутність цієї моделі полягає в розробці і реалізації комплексу заходів щодо змін якісних і кількісних характеристик окремих міських, регіональних функціональних підсистем в напрямках і масштабах, які задаються прогнозами росту навантажень на відповідні існуючі підсистеми в найближчому майбутньому внаслідок кардинальних змін в містобудівній, економічній або соціальній, військово-політичній ситуації [13]. Для регіону Донбасу визначальними стають фактори впливу зовнішньополітичної, державної політики на східному кордоні [18-19].

Випереджаюча реконструкція в першу чергу торкається таких підсистем міста, як транспорт, магістральні інженерні мережі, будівельний комплекс, а також передує будівництву великих громадських центрів, об'єктів спеціалізованого призначення [13]. З початком збройного конфлікту функції обласного центру Луганської області перебрав на себе Северодонецьк. У місто перемістилась значна кількість установ. Фактично одразу склалася ситуація, коли у порівняно молодого міста виникли потреби у реконструктивних заходах загальноміського та територіального масштабу.

Модель «супроводжуючої» або «підтримуючої» реконструкції. За такої моделі проводиться комплекс заходів із ситуативного підтримання функціональних властивостей підсистем або параметрів міських структур з урахуванням можливого очікування росту навантажень або зміни нормативних вимог до їх якості без кардинальних змін містобудівної ситуації [13].

Модель «відновлювальної» реконструкції. Її необхідність виникає у результаті тривалого відставання підтримуючих заходів або відсутності конструктивних реакцій на зміну економічної, соціальної і містобудівної ситуації при рості навантажень на систему, які перевищують її можливості, має місце глибокий фізичний знос об'єктів, що створює аварійні або катастрофічні ситуації [13].

Реконструктивна діяльність має різні методи та прийоми реконструкції забудови та території міст [11].

За методами реконструктивну діяльність можна поділити на

- суцільну або тотальну, масову;
- лінійну або широкими смугами;
- локальну або вибірково.

Суцільна реконструкція включає у себе таку задачу, як перетворення фрагменту території в цілому зі збереженням чи зі зміною функцій. Реалізація тотальної реконструкції не може здійснюватись одночасно на достатньо великих територіях, оскільки це буде порушенням сталості

функціонування міської системи та умов проживання чисельних мешканців. Складність здійснення тотальної реконструкції великих територій зумовлюється ще й тим, що необхідно в дуже короткий термін мобілізувати велику кількість фінансових ресурсів. У такому випадку особливо важливим є вибір доречного стратегічного напрямку розвитку (трансформації) територіального комплексу регіону. Адже ціна помилки суттєво зростає.

Об'єктом лінійної реконструкції найчастіше виступає забудова уздовж магістральних вулиць, особливо при реконструкції широкими смугами. Як і при суцільній реконструкції, цей метод також потребує одночасного вирішення комплексу містобудівних задач на значній території. Ми б вважали за доцільне доповнити тлумачення поняттям напрямок, вектор. У транскордонній співпраці регіонів формується умовна вісь розвитку [4] – багатофункціональні центри співпраці поєднує транспортно-логістична вісь, навколо котрої формуються об'єкти інфраструктури. У прикордонному регіоні формується пояс, котрий має рокадний напрямок – тобто, паралельно відтворює лінію розмежування у глибині території.

Рис. 1, 2 наочно ілюструють характер розриву територіальної структури. Обласний центр м. Луганськ поєднував транспортні коридори та шляхи М-04, Р66, Н21, Р22, залізничне сполучення. Недостатньо забезпеченими транспортним сполученням є напрямки Северодонецьк – Старобільськ, Марковка, Біловодськ; Северодонецьк – Новоайдар, Біловодськ. Можливо, є необхідність модернізувати транспортне сполучення у напрямку Харків – Купянськ – Сватове – Старобільськ – Біловодськ.

Локальна реконструкція – це реконструкція обмеженої ділянки території. Об'єктом може бути як група будинків, так і квартал в цілому. До локальної реконструкції належить так званий «метод пломбування», коли у складі кварталу або мікрорайону реконструюється незначна за розміром територія або невелика кількість споруджень відносно до усього її складу.

Під прийомами реконструктивної діяльності треба розуміти доущільнення, розуцільнення і функціональне переосвоєння.

При доущільненні підвищується кількість щільнісних показників використання та забудови території, а саме – щільність забудови, щільність фондів, щільність вартості основних фондів. В якості засобів реалізації такого реконструктивного прийому виступає нове будівництво окремо розташованих будівель та споруд, вбудова нових частин будинків, прибудова окремих блоків або секцій, надбудова додатковими або мансардними поверхами, підвищення вартості фондів за рахунок реконструкції та ремонту будівель і споруд з метою зменшення їх зношення.

Розушільнення забудови є прямою протилежністю ушільненню – це зменшення щільнісних показників використання та забудови території. Розушільнення реалізується за рахунок знесення малоцінного фонду, аварійного фонду, функціонально та економічно неадекватних конкретній території об'єктів, знесення об'єктів, що порушують архітектурно-композиційні та візуально-просторові зв'язки.

Функціональне переосвоєння – це зміна існуючого функціонального використання території, наприклад житлової на громадську, промислово-виробничої на офісно-ділову, садибної забудови на багатоповерхову. Цей прийом використовується як на рівні значного планувального елементу міста – для зміни схеми функціонального зонування території в генеральному плані міста чи детальному плані території, так і на рівні земельної ділянки, з визначенням параметрів використання та забудови цієї території – для зміни цільового призначення.

Северодонецьк є відносно компактним містом, з наявними резервними територіями та можливістю розвитку у напрямку кварталів, визначених генпланом міста. При тому – у місті вже реалізовано чимало проектів точкової реконструкції будівель і споруд за принципом доушільнення. Територія міста також містить багато ділянок та об'єктів, що потребують реконструктивних заходів. Концепція розвитку міста має містити визначення ролі Северодонецька у функціонально-планувальній структурі області, поєднання локальних реконструктивних завдань розвитку міста зі стратегією трансформації територіального комплексу області. Лисичанськ за типологічними ознаками виглядає інакше. Лінійно подовжене місто, з розчленуванням елементами рельєфу, поєднує декілька планувальних утворень на значній відстані. Достатньо відзначити, що довжина міста сягає понад 20 км, площа – 96 кв. км., населення – 99 тис. чол. Площа Северодонецька – 42,1 кв. км., населення – 106 тис. чол. [20]. Напрямок реконструкції міста Лисичанськ має враховувати концепцію розушільнення – «...знесення малоцінного фонду, знесення аварійного фонду, знесення функціонально та економічно неадекватних конкретній території об'єктів, знесення об'єктів, що порушують архітектурно-композиційні та візуально-просторові зв'язки...» [20].

У контексті задач реконструкції забудови і реконструкції території реконструктивна діяльність може бути розбита на два рівні [12]:

Перший рівень реконструктивної діяльності має об'єктне застосування на рівні окремих об'єктів – будівель, споруд, елементів інфраструктури або міста.

Другий рівень ставить завданням трансформацію або зміну цільового використання планувальної організації міста або регіону, або агломерації з різних видів функціонально-цільового змісту.

До першого рівня інтеграції можна віднести такі основні види реконструкції:

- Реконструкція житлової забудови – упорядкування міського житлового фонду з урахуванням сучасних потреб населення та досягнення параметрів використання житлових кварталів, груп і територій до запланованих (оптимальних). Підвищення якості та оздоровлення житлового середовища;

- Історико-архітектурна реконструкція – збереження та активне включення у життєдіяльність міста цінної історико-архітектурної та культурної спадщини;

- Реконструкція системи громадських центрів – удосконалення систем центрів громадського обслуговування населення міста. За необхідності зміна, доповнення і розвиток загальноміського центру, системи районних центрів міста, формування структури об'єктів функцій обласного центру;

- Реконструкція промислових територій – реструктуризація індустріально-виробничого комплексу, промислових районів відповідно до сучасних промислово - технологічних можливостей та стану економічних умов. У м. Лисичанськ можна спостерігати парадокс - наявність промислових майданчиків при дефіциті резервних територій;

- Реконструкція системи місць прикладання праці – приведення її у відповідність до сучасної соціально-демографічної структури населення, професійного потенціалу з урахуванням існуючої та перспективної системи розселення

- Реконструкція вулично-дорожньої мережі міста – удосконалення транспортних та пішохідних зв'язків між функціонально-планувальними елементами міста, з метою оптимізації витрат часу на пересування, зменшення транспортного навантаження, комфортності і безпеки руху;

- Реконструкція системи громадського транспорту – упорядкування систем зовнішнього та міського громадського транспорту, формування зручних пересадкових вузлів і транспортного сполучення основних планувальних елементів міста, та міст між собою і з регіональною системою розселення. В межах агломерації Северодонецьк – Лисичанськ – Рубіжне доцільне формування цілісної системи транспортного сполучення;

- Реконструкція системи інженерних мереж – реконструкція і модернізація інженерної інфраструктури з урахуванням вимог економії енергоресурсів. Проблема водопостачання становить окрему, надважливу задачу. Проте вона потребує прийняття рішень. Як відомо, борг по воді ОРДЛЮ сягає мільярдних сум, в той час коли міста Луганської області отримують воду за графіком.

- Ландшафтна реконструкція – розвиток та відтворення системи зелених насаджень загального користування, збереження існуючих ландшафтних елементів з метою збереження та відновлення екологічного стану, історичного ландшафту міста.

До другого рівня інтеграції можна віднести такі основні види реконструкції:

- Функціонально-планувальна реконструкція – вирішення проблем раціонального взаєморозміщення функцій в плані, функціонального використання територій з належним зонуванням території міста за видами і інтенсивністю освоєння; містобудівне районування території на основі встановлення функціональних зв'язків між зонами, районами та елементами міста або агломерації. Для Луганської області актуальним є обрання стратегічного напрямку реконструктивних заходів;

- Архітектурно-планувальна реконструкція – удосконалення планувальної структури міста з виділенням самодостатніх планувальних одиниць різного рівня, структурування системи центрів і транспортних магістралей, що забезпечують високу соціальну якість та комфортність середовища проживання населення; розвиток композиції міського плану та архітектурного вигляду міста. На нашу думку, розвиток агломерації Сєверодонецьк – Лисичанськ – Рубіжне здатен дати значний синергійний ефект. Забезпечити розвиток рекреаційних зон, садибної забудови, забезпечити доступним житлом, місцями прикладання праці, підвищити транспортну доступність об'єктів епізодичного використання;

- Еколого-планувальна реконструкція – підвищення якісного стану навколишнього середовища, його охорона, оздоровлення і перетворення, виключення шкідливого впливу результатів життєдіяльності людини на довкілля, забезпечення комфортних умов життя населення.

Наведені вище види реконструкції формують інтегральну модель реконструкції міста, агломерації, яка виступає в якості основи для розробки програм і проектів як комплексної реконструкції міста, території, так і його системних складових.

Всі види реконструкції є наслідком дії внутрішніх факторів розвитку або занепаду територій, вони є проявом об'єктивних тенденцій та закономірностей існування міста [7, 8, 17]. Суттєве значення для завдань реконструкції міста мають макроекономічні вимоги, стан навколишнього середовища, позаміські транспортні зв'язки. Багато у чому визначним є вплив загальнополітичних чинників та обставин, зовнішні фактори впливу. На жаль, їх характер важко передбачити.

Пріоритет базового виду реконструкції визначається:

- очікуваним мультиплікативним ефектом при реалізації інших видів і напрямків реконструкції;
- локальним ефектом даного реконструктивного заходу;
- конкретним функціональним результатом реконструктивного заходу для вирішення локальної задачі;
- державними завданнями контролю кордону та стримання зовнішньої агресії, охоронними заходами;
- рентабельністю заходу в умовах даного відрізка часу.

Висновки. Наведені вище види реконструкції формують інтегральну модель реконструкції міста, агломерації, яка виступає в якості основи для розробки програм і проектів як комплексної реконструкції міста, території, так і його системних складових.

Всі види реконструкції є наслідком дії внутрішніх факторів розвитку або занепаду територій, вони є проявом об'єктивних тенденцій та закономірностей існування міста. Суттєве значення для завдань реконструкції міста мають макроекономічні вимоги, стан навколишнього середовища, позаміські транспортні зв'язки. Багато у чому визначальним є вплив загальнополітичних чинників та обставин, зовнішні фактори впливу. На жаль, їх характер важко передбачити.

Вибір напряму реконструктивної діяльності здійснюється місцевими органами влади на підставі містобудівного аналізу, проектних пропозицій, експертної оцінки ситуації та з урахуванням громадської думки.

References

1. Karta Luhanskoï oblasti [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu : http://www.gpsinfo.com.ua/images/maps/rastr/ukraine/atlas/luganskaya_oblast_karta.jpg
2. Karta linii rozmezhuvannia OOS [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: <https://www.imbf.org/karty/images/karta-linii-razgranicheniya-fronta-donbasse-hq.jpg>
3. Karta okupovanykh terytorii Ukrainy [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: <http://bintel.com.ua/uk/article/09-18-De-Occupation/>
4. Belokon Yu.N. Rehyonalnoe planirovaniye (teoriya y praktyka)/Pod red. Y.A. Fomyina. – K.: Lohos, 2003. S.259Ye.Ie. Kliushnychenko Rekonstruktsiia zhytlovoi zabudovy (KNUCA, Kyiv, 2000)
5. Ye.Ie. Kliushnychenko Sotsialno ekonomichni osnovy planuvannia ta zabudovy mist (UAA, NDPI mistobuduvannia, Kyiv, 1999)
6. V. A. Jacenko, Teoreticheskie i prakticheskie idei novogo gradostroitel'stva Donbassa: ikh proshloe, nastoyashchee i budushchee, Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja: nauk.-tehn. zb., 21, 359-366 (KNUCA, Kyiv, 2005)
7. A.P. Ositnjanko, Planuvannja rozvytku mista (KNUCA, Kyiv, 2001)
8. N.M. Demyan, Gorodskye aglomeracyy v kontekste yssledovaniya fenomena form y system rasseleniya, Mistobuduvannja ta terytorial'ne planuvannja: Nauk. - tehn. zbirnyk, 45(1), 3-15 (KNUCA, Kyiv, 2005)
9. A.M. Pleshkanovska, Metody ta pryomy rekonstruktsii miskykh terytorii. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 21, 275-280 (KNUCA, Kyiv, 2005)
10. A.M. Pleshkanovska, Rekonstruktyvna diialnist v konteksti miskoho rozvytku Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 37, 413-420 (KNUCA, Kyiv, 2010)
11. A.M. Pleshkanovska, Pytannia rekonstruktsii v teorii ta praktytsi mistobuduvannia. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia, 42, 265-274 (KNUCA, Kyiv, 2012)

12. A.M. Pleshkanovska, *Formy ta vydy rekonstruktyvnoi' dijal'nosti /A.M. Pleshkanovska //Suchasni problemy arhitektury ta mistobuduvannja 34, 377-384 (KNUCA, Kyiv, 2013)*
13. R. Krzysztofik, M. Tkocz, T. Spórna, I. Kantor-pietraga, *Some dilemmas of post-industrialism in a region of traditional industry: The case of the Katowice conurbation, Poland. Moravian geographical reports, 24(1), 42-54 (2016). doi: 10.1515/mgr-2016-0004*
14. R. Krzysztofik, I. Kantor-Pietraga, F. Kłosowski, *Between Industrialism and Postindustrialism - the Case of Small Towns in a Large Urban Region: The Katowice Conurbation, Poland. Urban Science. 3(3), 68 (2016). doi: 10.3390/urbansci3030068*
15. *Zakon Ukrainy «Pro kompleksnu rekonstruktsiiu kvartaliv (mikroraiioniv) zastariloho zhytloвого фонду».*
16. *DBN B.2.2-12:2019, Planning and building of territories (Ministry for Communities and Territories Development of Ukraine, Kyiv, 2019)*
17. Sokolenko V.M., Sokolenko K.V. *Inzhenerno – planuvalna orhanizatsiia terytorii Luhanskoi oblasti v suchasnykh umovakh. Problemy ta Peredumovy. Suchasni tekhnologii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi. Zbirnyk naukovykh prats Luts'koho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, 12, 192-199. (LNTU, Lutsk, 2019)*
18. V.M. Sokolenko, O.E. Podlievskiy, K.V. Sokolenko *Problemy ta peredumovy dopovnennia funktsii rehionalnoi typolohii v suchasnykh umovakh luhanskoi oblasti. Visnyk skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia, 8(256), 74-80 (2019)*
19. *Mis'ki aglomeracii' Ukrainy,*
https://uk.wikipedia.org/wiki/Міські_агломерації_України Accessed 25 April 2021

Список використаної літератури

1. *Карта Луганської області [Електронний ресурс]. - Режим доступу : http://www.gps-info.com.ua/images/maps/rastr/ukraine/atlas/luganskaya_oblast_karta.jpg*
2. *Карта лінії розмежування ООС [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://www.imbf.org/karty/images/karta-linii-razgranicheniya-fronta-donbasse-hq.jpg>*
3. *Карта окупованих територій України [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://bintel.com.ua/uk/article/09-18-De-Occupation/>*
4. *Белоконь Ю.Н. Региональное планирование (теория и практика)/Под ред. И.А. Фомина. – К.: Логос, 2003. С.259.*
5. *Клюшниченко Є.Є. Реконструкція житлової забудови. – К.: КНУБА, 2000.*
6. *Клюшниченко Є.Є. Соціально економічні основи планування та забудови міст – К.: УАА, НДІП містобудування, 1999. – 348 с.*
7. *Яценко В. А. Теоретические и практические идеи нового градостроительства Донбасса: их прошлое, настоящее и будущее //*

Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – Вип. 21. – К. : КНУБА, 2005. – С. 359 – 366.

8. Осітнянко А.П. Планування розвитку міста: монографія. К., КНУБА, 2001. - 458 с.

9. Демин Н.М. Городские агломерации в контексте исследования феномена форм и систем расселения : Містобудування та територіальне планування: Наук. - техн. збірник - К., КНУБА, 2012. – Вип. 45 ч.1.

10. Плешкановська А.М. Методи та прийоми реконструкції міських територій / А.М. Плешкановська //Містобудування та територіальне планування.- Київ. КНУБА, 2005. Вип.21. С.275-280.

11. Плешкановська А.М. Реконструктивна діяльність в контексті міського розвитку / А.М. Плешкановська // Містобудування та територіальне планування.- Київ. КНУБА, 2010. Вип.37. С.413-420.

12. Плешкановська А.М. Питання реконструкції в теорії та практиці містобудування / А.М. Плешкановська //Містобудування та територіальне планування.- Київ. КНУБА, 2012. Вип.42. С.265-274.

13. Плешкановська А.М. Форми та види реконструктивної діяльності /А.М. Плешкановська // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Київ: КНУБА, 2013. Вип. 34. С.377-384.

14. R. Krzysztofik, M. Tkocz, T. Spórna, I. Kantor-pietraga, Some dilemmas of post-industrialism in a region of traditional industry: The case of the Katowice conurbation, Poland. Moravian geographical reports, 24(1), 42-54 (2016). doi: 10.1515/mgr-2016-0004

15. R. Krzysztofik, I. Kantor-Pietraga, F. Kłosowski, Between Industrialism and Postindustrialism - the Case of Small Towns in a Large Urban Region: The Katowice Conurbation, Poland. Urban Science. 3(3), 68 (2016). doi: 10.3390/urba

16. Закон України «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду».

17. Планування і забудова територій - К. : Мінрегіонбуд України. - (Державні будівельні норми України). ДБН Б.2.2-12:2018. - Чинний від 2018-09-01. - К., 2018-179с.

18. Соколенко В.М., Соколенко К.В. Інженерно – планувальна організація території Луганської області в сучасних умовах. Проблеми та передумови. Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету. – Луцьк: ЛНТУ, 2019. Вип. 12. С. 192-199.

19. Соколенко В.М., Подлевський О.Е., Соколенко К.В. Проблеми та передумови доповнення функцій регіональної типології в сучасних умовах луганської області. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2019. Вип.8(256). С. 74-80.

20. Вікіпедія. Міські агломерації України. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Міські_агломерації_України.

3D-МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

3D-MODELING OF CONSTRUCTION OBJECTS

Татарченко Г.О., д.т.н., проф., Татарченко З.С., асистент, Паніна Н.І., студентка, Білошицька Н.І., к.т.н., доц. (Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля)

Tatarchenko H., Doctor of Technical Sciences, Professor, Tatarchenko Z., assistant, Panina N., student, Biloshytska N., Candidate of technical sciences (Ph.D.), Associate Professor (Volodymyr Dahl East Ukrainian National University)

Розглянуто перспективи впровадження сучасних BIM-технологій у сфері будівництва. Доведено ефективність та зручність у використанні таких технологій на усіх стадіях проєктування будівель та споруд. Завданням цих технологій є ефективне керування усіма етапами проєкту, підвищення якості та швидкості виконання робіт, мінімізація виправлень у проєкті. На прикладі спроектованої будівлі навчального корпусу Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля було доведено необхідність таких технологій у сучасному будівництві.

The issues of improving energy efficiency, reducing energy consumption and, accordingly, the rational use of budget funds are currently very relevant for every city.

The description of the city from the point of view of the decision to reduce CO2 emissions, increase the share of energy-positive energy and in general its transition to a more environmentally friendly one leads to the need to model facilities, territories, infrastructure.

In recent years, we have fully experienced the digitalization of all aspects of life, from education to professional fields. 3D-modeling plays a very important role in the field of construction. The basic programs for this are AutoCAD, 3Ds max, SketchUp, Civil 3D and others.

In the field of design, AutoCAD is a leader and allows you to reduce the time spent on design work and the release of design documentation. Autodesk AutoCAD allows you to use thousands of add-ons that can meet the requirements of even the most demanding user.

Permits are required for the start of any activity related to construction, renovation, modernization of buildings, spatial planning of territories, construction of infrastructure and ecosystems of cities.

BIM is a new paradigm in the AEC that encourages the integration of the roles of all stakeholders in the project.

It is important that BIM is a process and software. BIM means not only the use of three-dimensional intelligent models, but also significant changes in the workflow and project implementation processes.

The object of the study is the information model of the academic building of the Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, developed in the Autodesk AutoCAD program. This will allow you to experimentally select the most energy-efficient, environmentally friendly and cost-effective solution for future restoration of the building.

Ключові слова: BIM-технології, проектування, сучасні рішення, сучасне будівництво.

Keywords: BIM-technologies, design, modern solutions, modern construction.

Постановка проблеми. Останніми роками ми повністю відчуваємо цифровізацію усіх ланок життя, від навчання до професійних галузей. 3D-моделювання відіграє досить важливу роль в сфері будівництва. Базовими програмами для цього є AutoCAD, 3D-max, SketchUp, Civil 3D та інші. В галузі проектування програма AutoCAD є лідером та дозволяє зменшити витрати часу на роботи з проектування та випуск проектної документації. Програма Autodesk AutoCAD дає змогу використовувати тисячі надбудов, що можуть задовільнити вимоги навіть найвимогливішого користувача [1].

До початку будь-якої діяльності, що пов'язана із будівництвом, реновацією, модернізацією будівель, просторовим плануванням територій, побудовою інфраструктури та екосистеми міст, необхідні дозвільні документи. Building Information Modeling (BIM) є новою парадигмою в автоматизованих електронних системах, яка заохочує інтеграцію ролей усіх зацікавлених сторін у проекті. Building Information Modeling – технологія інформаційного моделювання – процес, що заснований на використанні інтелектуальних 3D-моделей. Важливо, що BIM – це процес та програмне забезпечення – означає не тільки використання тривимірних інтелектуальних моделей, але й внесення значних змін у робочий процес та процеси реалізації проектів [2].

Питання підвищення енергоефективності, зменшення споживання енергоресурсів та, відповідно, раціонального використання бюджетних коштів наразі є дуже актуальними для кожного міста. Опис міста з точки зору рішення скорочення викидів CO₂, збільшення частки енергопозитивної енергії та загалом переходу його до більш екологічно чистого призводить до необхідності моделювання об'єктів, територій, інфраструктури.

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Принцип функціонування BIM можна розділити на декілька етапів:

– перший етап – проектування. Спочатку створюється 3D-модель будівлі з планами, розмірами та видами. На цьому етапі проводиться розрахунок енергетичних та інженерних мереж, теплові втрати, рівень

природного освітлення тощо. Складається детальний план робіт та графік їх виконання, визначається необхідна кількість техніки та ресурсів.

– другий етап – будівництво. На цій стадії можна відстежувати стан та хід виконання робіт. Це дозволяє контролювати витрати, спостерігати за реалізацією закладеного бюджету і виконанням робіт. Дана технологія надає інформацію про всі рішення та зміни в будівництві в реальному часі.

– третій етап – експлуатація. Після завершення будівництва інформаційна модель може продовжити збирати необхідні дані, контролювати функціональність, вказувати на потенційні аварійні ситуації [3].

Крім того, BIM-моделювання корисне в управлінні нерухомістю, наприклад, дозволяє вести облік планових ремонтних робіт, оренди тощо.

Подібність BIM та 3D-моделювання полягає в тому, що в обох випадках проект будівлі виконується у тривимірному просторі. Але на відміну від 3D-моделі, BIM безпосередньо пов'язаний із базою даних. Така модель включає не тільки несучі лінії та текстуру матеріалів, а й інші дані (технологічні, економічні, кошторисні тощо), які мають відношення до будівлі. Наприклад, BIM враховує фізичні характеристики об'єкта, варіанти розміщення у просторі, етапи будівництва, вартість кожного матеріалу, часи роботи змін, замовників та виконавців робіт.

Застосування таких технологій у проектуванні будівель має низку переваг:

- ефективне керування всіма процесами за проектом;
- контроль над виділеним бюджетом та строками будівництва (від отримання дозволу на саме будівництво до введення в експлуатацію);
- об'єднання всіх даних щодо будівельного об'єкту в єдину систему, що відповідає ідеології BIM про доступність інформації на будь-якому етапі життєвого циклу об'єкта;
- підвищення якості та швидкості виконання робіт – від проектування до експлуатації та реновації;
- скорочення часу на підготовку документів з оціночної та кошторисної вартості проекту;
- мінімізація виправлень у проекті.

Використання BIM-технологій в будівництва забезпечує прозорість кожної дії та повний контроль в автоматизованому режимі, що в свою чергу гарантує високу якість проектно-будівельних робіт. У більшості розвинених країн вже активно користуються такими технологіями, а для об'єктів державного замовлення їх використання є обов'язковим [4, 5].

Будівельні компоненти, такі як стіни, підлоги та ін., моделюються як «розумні об'єкти», тобто визначаються числовими параметрами, такими як розміри і вбудовані в інші типи інформації, такі як будівельні матеріали і властивості. Збережені дані доступні і можуть бути змінені всіма професіоналами, які беруть участь в одному проекті. Процес BIM був

розроблений для новобудов і дозволяє планувати і управляти всім життєвим циклом будівлі, проте ми маємо змогу саме в AutoCAD відтворити тривимірну модель з двовимірної, на основі наявної проектною документації [6].

Ми не можемо покладатися на якісний аутсорсинг або доступ до будь-яких платних комплексів у закладі, тому в статті також висвітлюються недоліки існуючих досліджень щодо впровадження BIM в навчальних закладах, проте, на базі доступного нам AutoCAD, технологія BIM може бути адаптована, що дозволить нам виконати проектні роботи вже зараз [7].

Ітерації змін у будівництві створюють невизначеність і роблять управління проектами динамічними і нестабільними. Крім того, замовлення на реставрацію вважаються найбільшим джерелом будівельних відходів, що суперечить основній концепції екологічно чистого будівництва. Фахівці з будівництва повинні приймати рішення про зміни на основі свого попереднього досвіду та припущень, підкріплених неповною інформацією.

Об'єктивні методи, засновані на найсучасніших технологіях, можуть бути систематично використані для вирішення вищевказаної проблеми, однак, інформаційне моделювання будівель (BIM) не було досліджено для оцінки виробництва відходів від замовлень на реновацію [8].

Метою сталого будівництва є підвищення енергоефективності, екологічності будівлі, що на сьогодні є проблемою для розробників програмного забезпечення, будівельників, власників, в рамках обмежень за часом, вартістю, забезпеченням та ресурсами. Будівництво функціональних, екологічно чистих, безпечних, зручних і простих у використанні будівель збільшить споживчий попит, але проблемою реалізації сталого будівництва є розподіл обов'язків і завдань між відповідними фахівцями. Саме BIM-технології можуть допомогти нам в цьому [9].

Метою роботи є отримання 3D-моделі будівлі, на прикладі навчального корпусу Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, з подальшою перспективою планування енергоефективної будівлі у рамках проекту «Horizon – 2020».

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети необхідно:

- провести натурні обстеження будівлі;
- визначити, які зміни внесені до цього стану порівняно з проектними документами;
- накреслити 2D-модель будівлі;
- виконати об'ємне моделювання будівлі;
- визначити основні шляхи щодо спрямування до енергоефективної будівлі.

Результати та аналіз дослідження. З моменту введення в експлуатацію навчального корпусу, а це понад сорок років, було частково проведено модернізацію: замінено входні двері, частину вікон, систему теплопостачання, покриття даху, але все це не дало гарного ефекту в напрямку енергозбереження.

Було проведено дослідження втрат тепла через вікна за допомогою тепловізора DALI серії LT3 (рис.1).



Рис. 1,а. Обстежувані вікна навчального корпусу

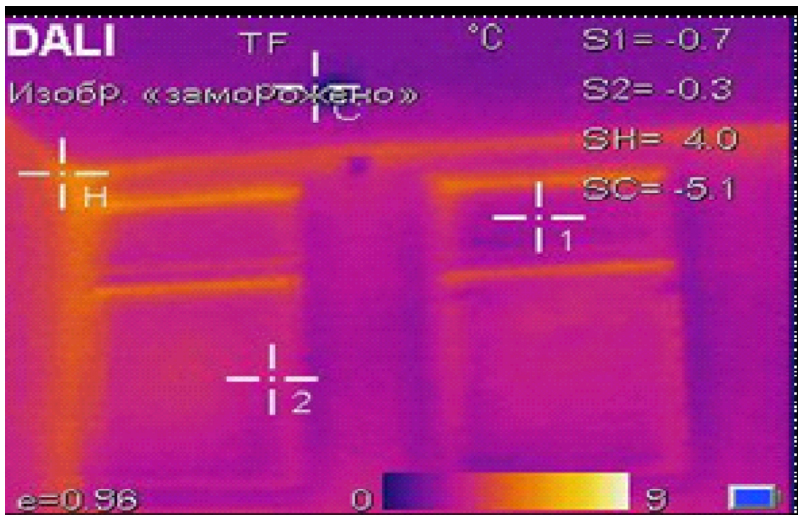


Рис. 1,б. Фото втрат тепла через вікна

У розрахунок приймається опір теплопередачі $0,32 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$, для $4M_1-16-4M_1$ (Порядок скління – від зовнішньої поверхні. Позначення скла: M_1 – листове стандартне, 16 – інтервал між ними) як для найбільш поширених типів вікон в будівлі (розмір $2\times 1,9\times 0,64\text{м}^3$).

Необхідно провести заміну всіх віконних конструкцій через невідповідність вимогам, коли нормативне значення $0,75 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$ [10].

Оскільки стіни в поганому стані, місцями вимощення зруйноване, а в корпусі багато вікон великих розмірів, тепло ніяк не зберігається, проте для комфортного навчання студентів не бажано жертвувати якісною інсоляцією (рис. 2).

Саме ці фактори спонукали нас до розумної, продуманої, енергоефективної реновації будівлі, а для цього потрібна тривимірна модель для експериментів з можливими рішеннями.



Рис. 2. Фото навчального корпусу СНУ ім. В. Даля

Розробка моделі. Плоскі деталі будь-якої форми можна виконувати в один прийом інструментом, що має назву полілінія. Завдяки доповненням проектувальники можуть зобразити (показати, накреслити) не тільки 2D проекції, але й виконувати складні об'ємні фрагменти з можливістю перетворення у реалістичну модель.

Початком роботи стало отримання креслення будівлі на аркуші, її розмірів. Ознайомившись із завданням, починається відтворення зображення у програмі AutoCAD. Володіючи початковими навичками, що

були здобуті здобувачами на першому курсі навчання, вони із легкістю можуть переносити креслення з аркуша у комп'ютер (рис.3).

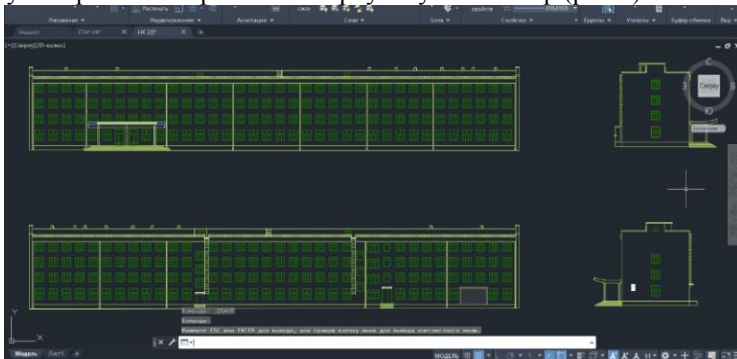


Рис. 3. Плоска деталь фасаду будівлі

Кожний шар в AutoCAD являє собою прозорий аркуш паперу, на якому накреслені певні об'єкти, наприклад, тільки зовнішні або внутрішні несучі стіни, перегородки, вікна тощо.

До складностей, що з'явилися на цьому етапі, можна віднести нестачу розмірів вікон, дверей та відстаней між ними. Для вирішення цієї проблеми необхідно було власноруч вимірювати дані елементи, що іноді було незручним.

Наступним етапом було розроблення виду зверху, маючи фасад та вид збоку. На рис. 4 відтворено 2D-вид даху будівлі навчального корпусу.

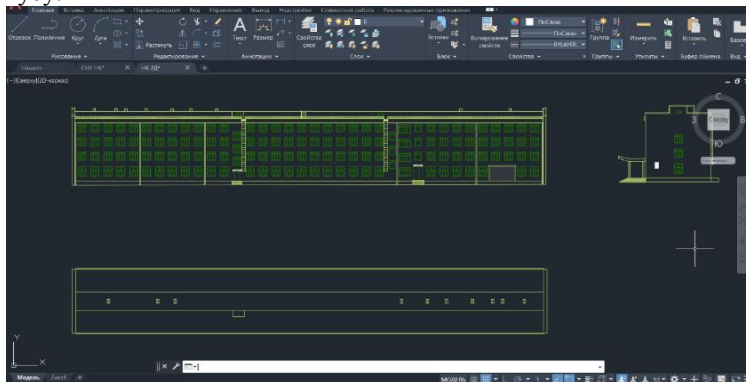


Рис. 4. 2D-вид даху будівлі навчального корпусу

Отже, ми отримали усі дані, які необхідні для ефективного досягнення мети. Подальші етапи виконання 3D-моделювання зображено на рис. 5(а, б, в).

Останнім етапом є з'єднання усіх видавлених деталей в одне ціле (рис. 6 а, б).

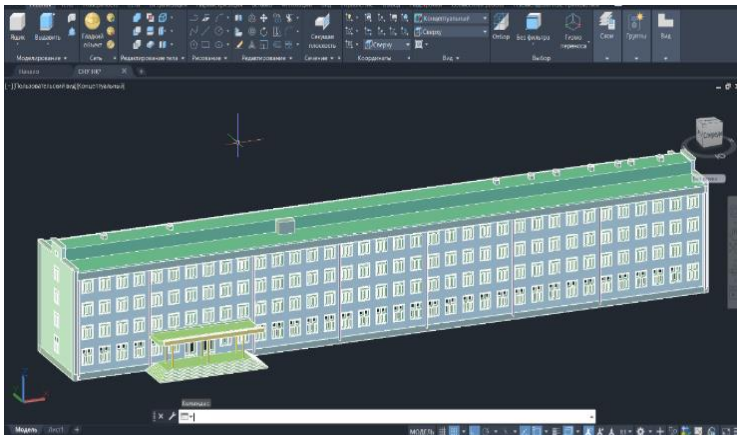


Рис. 6а. 3D-модель будівлі

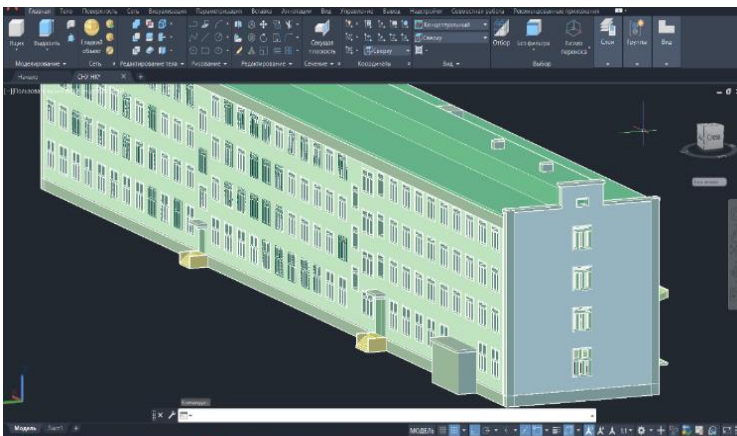


Рис. 6б. 3D-модель будівлі збоку

Отже, була досягнена головна мета роботи – ми отримали 3D-модель будівлі, яку в подальшому можемо використовувати для різних проєктів – реновації, зміни будь-яких комунікацій, озеленення території тощо.

Висновки:

- Проведено аналіз даних про наявні перспективи впровадження сучасних BIM-технологій у сфері будівництва.

- Доведено ефективність та зручність у використанні таких технологій на усіх стадіях проєктування будівель та споруд.
- На підставі проведених розрахунків отримана модель будівлі навчального корпусу Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, яка може бути як критерієм за ступенем зручності, так і необхідністю таких технологій і раціональності виконуваних робіт у сучасному проєктуванні та будівництві.

Список використаної літератури

1. Офіційний сайт Autodesk: огляд.
URL:<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
2. Author: Salman Azhar, Ph.D., A.M. ASCE (2011) Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. DOI:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
3. Основні принципи BIM-проєктування.
URL:https://bimforum.pro/osnovnie_principyu_bim
4. BIM-технології в будівництві: Що таке BIM. URL:
<https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-stroitelstve/>
5. BIM – технології інформаційного моделювання будівель: Переваги BIM-технології. URL: <https://helix.by/uslugi/bim-tehnologii/>
6. Pocobelli, D.P., Boehm, J., Bryan, P. et al. (2018) BIM for heritage science: a review. Herit Sci **6**, 30. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40494-018-0191-4>
7. Danae Phaedra Pocobelli, Jan Boehm, Paul Bryan, James Still & Josep Grau-Bové (2016) A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries. Citation Data: Procedure Engineering, ISSN: 1877-7058. Vol: 164, page: 487-494. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.649>
8. Atul Porval, Mohammadsaid Parsamer, Dylan Shostopal, Rajiv Ruparatna and Kasun Huej (2020) Integrating Building Information Modeling (BIM) and System Dynamic Modeling to Minimize Construction Waste Generation from Change Orders. International Building Management Journal. DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1854930>
9. Venera Garyaeva (2021) BIM modeling for sustainable design and energy efficient construction. XXIV International Scientific Conference "Construction the Formation of Living Environment" (FORM-2021), Article Number 04057, Number of page(s) 6, Section. Engineering and Smart Systems in Construction. Vol: 263. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126304057>
10. ДБН В 2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. URL:<https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>

References

1. The official website of Autodesk. Overview. Retrieved from: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
2. Author: Salman Azhar, Ph.D., A.M. ASCE (2011) Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
3. Basic principles of BIM-design. Retrieved from: [https://bimforum.pro/osnovnie_principy_bim\[in Russian\]](https://bimforum.pro/osnovnie_principy_bim[in Russian])
4. BIM-technologies in construction. Retrieved from: [https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-stroitelstve/\[in Russian\]](https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologii-v-stroitelstve/[in Russian])
5. BIM – technologies of information modeling of buildings. Retrieved from: [https://helix.by/uslugi/bim-tehnologii/\[in Russian\]](https://helix.by/uslugi/bim-tehnologii/[in Russian])
6. Pocobelli, D.P., Boehm, J., Bryan, P. et al. (2018) BIM for heritage science: a review. *Herit Sci* 6, 30. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40494-018-0191-4>
7. Danae Phaedra Pocobelli, Jan Boehm, Paul Bryan, James Still & Josep Grau-Bové (2016) A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries. Citation Data: Procedure Engineering, ISSN: 1877-7058. Vol: 164, page: 487-494. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.649>
8. Atul Porval, Mohammadsaid Parsamer, Dylan Shostopal, Rajiv Ruparatna and Kasun Huej (2020) Integrating Building Information Modeling (BIM) and System Dynamic Modeling to Minimize Construction Waste Generation from Change Orders. *International Building Management Journal*. DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1854930>
9. Venera Garyaeva (2021) BIM modeling for sustainable design and energy efficient construction. XXIV International Scientific Conference “Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2021), Article Number 04057, Number of page(s) 6, Section. Engineering and Smart Systems in Construction. Vol: 263. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126304057>
10. DBN V 2.6-31:2006. Konstrukciyi budy`nkiv i sporud. Teplova izolyaciya budivel`. URL: <https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-13>

**ОЦІНКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОСТІЙНОГО НАСЕЛЕННЯ МІСТА
КИЄВА. ПОРІВНЯННЯ СУЧАСНИХ ДАНИХ ТА ДАНИХ СРСР**

**SCHEME OF THE PERMANENT POPULATION BY DISTRICTS OF
THE CITY (FOR KYIV). COMPARISON OF MODERN DATA AND
DATA OF THE USSR**

**Тригуб Р. М. к.т.н., доцент, Буратеви́ч О. І. студентка
(Національний технічний університет «Київський національний
університет будівництва і архітектури», м. Київ)**

**Trigub R. M. PhD., associate professor, Buratevych O. I. postgraduate
student (candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the
Department of Urban Construction National Technical University "Kyiv
National University of Construction and Architecture", Kyiv)**

Перепис - це "фотографія" населення міста або країни в цілому. Такий "моментальний знімок" робиться періодично. В Україні перепис населення проводиться один раз в 10 років згідно Закону України «Про Всеукраїнський перепис населення», ст. 7. Перепис дозволяє дізнатися точну кількість населення, відомості про його склад і умови життя. А також можливість оцінити, як змінилися ці показники за час, що минув з моменту попереднього перепису. В даній статті досліджується перепис населення м. Києва з 1874 року по 2021 рік та фактори, які впливають на внутрішні міграційні процеси.

The census is a "photograph" of the population of a city or country as a whole. This "snapshot" is taken periodically. In Ukraine, the census is conducted once every 10 years in accordance with the Law of Ukraine "On All-Ukrainian Census", Art. 7. The census allows you to find out the exact population, information about its composition and living conditions, as well as the opportunity to assess how these indicators have changed since the previous census.

The city of Kyiv faces the problem of determining the real population. A feature of the demographic development of the capital is a significant influx of migrants, some of whom are not covered by registration in accordance with national legislation. Thus, the assessment of the population of Kyiv is a serious and practical problem, due to the determination of the actual needs for goods and services, as well as the burden on utilities, transport, and social infrastructure.

It should be noted that it is also possible to estimate the population of Kyiv with the help of the State Register of Voters. It is clear that these data do not take into account groups that do not participate in national elections, but due to the constant updating of data, it is possible to more rationally estimate the number of citizens.

According to statistics, the population of Kyiv continues to grow, and the number of city residents who actually live in Kyiv significantly exceeds the number of permanent residents.

This situation has both positive aspects - maintaining a sufficient level of labor resources, incentives and resources for future economic and social development, and negative - pendulum migration, which leads to a load on infrastructure, ensuring the harmonious coexistence of indigenous and immigrant populations.

This article examines the census of Kyiv from 1874 to 2021 and the factors influencing migration processes.

Ключові слова: населення; перепис; місто; статистика; урбанізація; міграція.

Keywords: population; census; city; statistics; urbanization; migration.

Постановка проблеми. Визначення реальної чисельності населення м. Києва є доволі складною задачею. Найкрупніші міста займають особливе місце, тому що суттєво різняться за кількістю та складом населення, функціями, інфраструктурними об'єктами тощо. Особливістю демографічного розвитку столиці є чималий приток мігрантів, частина з яких не оформлює реєстрацію згідно до національного законодавства. Таким чином, оцінка чисельності населення міста Києва є серйозною та практичною проблемою, зумовленою визначенням фактичних потреб у товарах і послугах, а також навантаженням на комунальне господарство, транспортну та соціальну інфраструктуру.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначено у [1] - місто Київ забезпечувало 50 відсотків сукупного приросту валового внутрішнього продукту України в період 2004-2014 років. У 2014-2018 роках на м. Київ та Київську область припадав 61 відсоток загального економічного зростання.

Місто Київ є унікальним освітнім, культурним і науковим осередком в нашій державі, одним із значущих промислових її центрів, що безумовно призводить до міграційних процесів. Питання міграції населення в метрополійних містах України, у тому числі у Києві, було висвітлено у Національній доповіді, яку підготували фахівці низки інститутів НАН України наприкінці 2018 р. [2].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Беручи до уваги тривалу відсутність перепису населення, відсутні реальні дані щодо чисельності населення, статево-вікової структури населення, тривалості життя тощо. «Нерівномірність розвитку регіонів загрожує цілісності України, адже призводить до розбалансування», – йдеться в Державній стратегії регіонального розвитку 2021-2027 років, затвердженій Кабінетом міністрів [1]. Зростання таких розривів і диспропорцій призводять до міграції і впливу трудових ресурсів, передусім з

прикордонних, сільських територій, великих міст. «Як наслідок, спостерігається зростання розриву між центром та віддаленими від нього територіями, втрата контролю над ними, подальше загострення кризи на слабозрозумітих територіях та їх маргіналізація», – мовиться в Державній стратегії регіонального розвитку [1]. Показником регіональної нерівності є, зокрема, інтенсивне зростання населення міста Києва і агломерацій, яке відбувається протягом останнього десятиріччя.

Метою статті є оцінка фактичної чисельності населення Києва на основі результатів перепису населення, починаючи з XIX сторіччя по сьогоднішня.

Постановкою завдання є дослідити, які фактори впливають на збільшення населення міста Києва.

Виклад основного матеріалу. За багатьма архівними даними, за першу половину XX століття Україна втратила близько 16 млн. корінного населення.

Ця важка втрата була зумовлена жорсткими війнами, репресіями, голодомором, депортаціями, які стали справжнім випробуванням для нашої держави.

Починаючи з другої половини XX століття, демографічна ситуація в Україні змінюється, але ці зміни відбувались нерівномірно: швидке відновлення населення з подальшим падінням темпів приросту й негативним приростом населення у 90-х роках.

За підрахунками багатьох істориків, у Другій світовій війні Україна втратила близько 14 млн. осіб. Зазначимо, що чисельність населення в Українській Радянській Соціалістичній Республіці сягнула довоєнного періоду, а саме: 42,1 млн. осіб, лише у 1959 році.

Треба зазначити, що при подальшому збільшенні загальної чисельності населення, зберігається тенденція зниження природного та міграційного приросту громадян нашої країни.

Так, упродовж першого повоєнного міжпереписного періоду (1959 – 1970 роки) чисельність населення зросла майже на 12,5%, протягом другого (1970 – 1979 роки) – на 5,4%, третього (1979 – 1989 роки) – тільки на 3,7%.

У 1993 році було зафіксовано найбільшу чисельність населення України, а саме: 52,2 млн осіб. Треба відмітити, що у складні для України часи відновлення незалежності та пов'язана з цим економічна «лихоманка», стали причиною того, що чисельність населення у період за 1989 – 1993 роки зросла всього на 1,5%.

Враховуючи вищезазначене, можемо констатувати, що наприкінці 90-х Україна почала втрачати населення. Так, в Україні у 2001 році, в порівнянні з 1993 роком, кількість людності скоротилася на 7,2%.

На жаль, на початку XXI століття кількість мешканців України зберігає тенденцію до скорочення.



Рис. 1. Зміна чисельності населення України

* дані надано Державною службою статистики України, станом на 1 січня 2021 року без урахування тимчасово окупованої території Донецької і Луганської областей і без Автономної Республіки Крим з містом Севастополь [4]

Щодо перепису населення, яке відбувалось у місті Києві, треба відмітити декілька важливих фактів:

1. Перепис населення, проведеного 2 березня 1874 р

Населення Києва за результатами одноденного перепису населення, проведеного 2 березня 1874 р., становило 127 251 осіб. У тому числі у місті мешкало 116 774 осіб, а у передмістях – 10 477.

2. Перепис населення, проведеного 2 березня 1897 р.

Перепис 1897 р. зафіксував у Києві 247 723 жителів, в тому числі – 4302 іноземних підданих і 10265 тимчасових мешканців. До складу населення входили і 22 063 військових, які знаходились у місті.

3. Перепис населення, проведеного 18 березня 1919 р.

Усього жителів – 544 369 чоловік. Серед них: українців – 128 664 або 23,6%; малоросів – 8259 або 1,5%; росіян – 232 148, або 42,6%; поляків – 36 828 або 6,8%; інших національностей – 20228 або 3,7%; з невизначеною національністю – 3718 або 0,7%.

4. Перепис населення, проведеного 18 березня 1926 р.

Наявне населення Києва за результатами перепису 1926 р. становило 513 637 осіб (в тому числі 248 612 – чоловіків та 265 025 – жінок). Громадян СРСР налічувалося 512 088 осіб, іноземців – 1549 осіб (в тому чоловіків – 1004, жінок – 545).

5. Перепис населення, проведеного 1939 р.

Наявне населення Києва за результатами перепису 1939 р. становило 846 724 осіб.

6. Перепис населення, проведеного 1959 р.

Наявне населення Києва за результатами перепису 1959 р. становило 1 104 334 осіб.

7. Перепис населення, проведеного 1970 р.

Наявне населення Києва за результатами перепису 1970 р. становило 1 631 908 осіб.

8. Перепис населення, проведеного 1989 р.

Наявне населення Києва за результатами перепису 1989 р. становило 2 587 945 осіб.

9. Перепис населення, проведеного 2001 р.

Наявне населення Києва за результатами перепису 2001 р. становило 2 611 327 осіб.

У Києві, на відміну від інших регіонів України, впродовж багатьох років спостерігається стабільна тенденція до збільшення чисельності населення. Це пов'язано не тільки завдяки перевищенню прибуття мігрантів над вибуттям, а також з тим, що кількість народжених у столиці також більша, ніж кількість померлих. Як зазначає О.В. Позняк: «Така ситуація пояснюється не тільки і не стільки порівняно високою народжуваністю та відносно низькою смертністю (за вітчизняними мірками), як досить молодою віковою структурою населення, котра є наслідком багаторічного притоку молоді до столиці України» [3].

Таблиця 1. Сальдо міграції населення Києва у 2009—2018 рр., осіб

Рік	Сальдо міграції		
	зовнішньої	міжрегіональної	загальне
2009	2716	12688	15404
2010	2245	8366	10611
2011	1878	8163	10041
2012	10015	14703	24718
2013	4155	14222	18377
2014	2487	11956	14443
2015	1525	11937	13462
2016	2606	10682	13288
2017	4180	31	4211
2018	4459	9483	13942

Зазначимо, що у 2009 році Інститут демографії та соціальних досліджень НАНУ оцінював сукупне населення Києва, разом з незареєстрованими громадянами, майже у 3 144 тис. осіб. Київ та навколишні передмістя утворюють агломерацію, яка налічує понад 4 млн. мешканців [2].

Міграційний фактор має суттєвий вплив на чисельність населення міста Києва, який є основним центром тяжіння мігрантів, як

внутрішньодержавних, так і зовнішніх. Цьому явищу є цілком логічне пояснення: столиця являє собою потужний осередок освіти, культури та наукових досліджень у багатьох сферах. Київ також впливовий промисловий центр. Сукупність цих факторів призводить до того, що стабільно фіксується перевищення прибуття населення над вибуттям. Треба зазначити, що велика частина міграційних переселень не супроводжується зміною місця реєстрації, отже, не охоплені державним статистичним обліком. Унаслідок цього зафіксовано, що достатньо значна кількість осіб, які фактично живуть і працюють у Києві, зареєстровані в інших областях України.

Так, згідно даних Головного управління статистики у м. Києві [5], станом на 01.09.2021 чисельність постійного населення міста – 2 910 645 тис. осіб, а наявне населення – 2 951 952 тис. осіб.

Зазначмо, що оцінити чисельність населення міста Києва можливо також за допомогою Державного реєстру виборців [6].

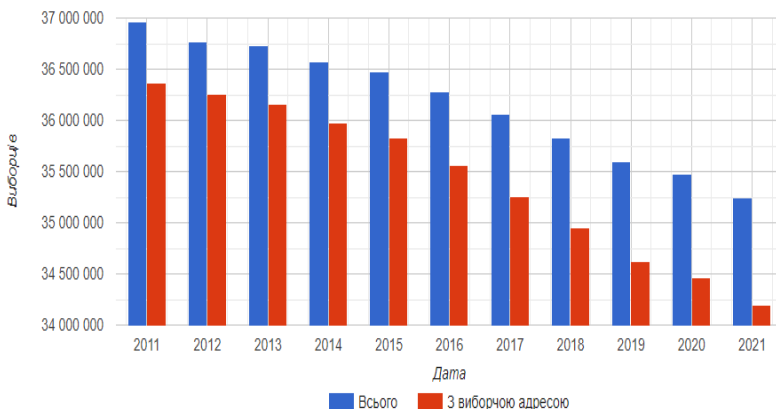


Рис. 2. Динаміка зміни кількості виборців

Цілком зрозуміло, що ці дані не враховують групи населення, які не беруть участі у загальнодержавних виборах, але за рахунок постійного оновлення даних можливо більш раціонально оцінити кількість містян.

Висновки. Згідно статистичних даних чисельність населення столиці продовжує зростати, а кількість мешканців міста, які фактично проживають у Києві, помітно перевищує показники кількості постійного населення.

Така ситуація має як позитивну тенденцію — підтримання на достатньому рівні трудового потенціалу, суттєвий поштовх для майбутнього економічного і соціального розвитку, так і негативну —

маятникова міграція, яка призводить до навантаження на інфраструктуру, забезпечення негармонійного співіснування корінного та приїжджого населення.

Києву судилося пройти багато випробувань і бід, але в результаті стати центром українського національного відродження.

References

1. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi stratehii rehionalnoho rozvytku na 2021-2027 roky, vid 5 serpnia 2020 r. №695. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF#Text>
2. Ukrainse suspilstvo: mihratsiinyi vymir: nats. dopovid / Instytut demohrafii ta sotsialnykh doslidzhen im. M.V. Ptukhy NAN Ukrainy. Kyiv, 2018. 396 s.
3. Nasedennia Kyieva: otsinka faktychnoi chyselnosti ta perspektyvy mihratsii. O.V. Pozniak, kand. ekon. nauk, st. nauk. spivrob., Instytut demohrafii ta sotsialnykh doslidzhen im. M.V. Ptukhy NAN Ukrainy. ISSN 2072-9480. Demohrafiia ta sotsialna ekonomika. 2020, №2 (40).
4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Holovne upravlinnia statystyky u m. Kyievi. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.kyiv.ukrstat.gov.ua/>
6. Derzhavnyi reiestr vybortsiv. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: https://www.dr.gov.ua/ords/portal!/cm_core.cm_index?start (data zvernennya 27.10.2021).

Список використаної літератури

1. Про затвердження Державної стратегії регіонального розвитку на 2021-2027 роки, від 5 серпня 2020 р. №695. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/695-2020-%D0%BF#Text>
2. Українське суспільство: міграційний вимір: нац. доповідь / Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України. Київ, 2018. 396 с.
3. Населення Києва: оцінка фактичної чисельності та перспективи міграції. О.В. Позняк, канд. екон. наук, ст. наук. співроб., Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України. ISSN 2072-9480. Демографія та соціальна економіка. 2020, №2 (40).
4. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. Головне управління статистики у м. Києві. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kyiv.ukrstat.gov.ua/>
6. Державний реєстр виборців. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dr.gov.ua/ords/portal!/cm_core.cm_index?start (дата звернення 27.10.2021).

СУЧАСНИЙ СТАН РИНКУ ЖИТЛА В УКРАЇНІ

THE CURRENT STATE OF THE HOUSING MARKET IN UKRAINE

Тригуб Р. М. к.т.н., доцент, **Бондаренко О. Ю.** студент, **Довбуш В. А.**, студентка (Національний технічний університет «Київський національний університет будівництва і архітектури», м. Київ)

Trigub R.M. PhD., associate professor, **Bondarenko O.Y.**, postgraduate student, **Dovbush V.A.**, postgraduate student (National Technical University "Kyiv National University of Construction and Architecture", Kyiv)

Одним із важливих об'єктів інвестування в українців є будівельна галузь, а саме ринок нерухомості. Його перспективи дуже актуальні. На сьогодні ціна йде вгору, а все тому, що насамперед в Україні зростає багато різних адміністративних перешкод для забудовників. І тому потенційне зростання рентабельності забудовників занепадає. Не покращується стан фондів, тому українці не мають змоги будувати більше. До того ж збільшується вартість будівельних матеріалів, але зарплатня працівникам на будівництві не зростає. А збільшення ціни на газ і взагалі енергоносіїв є суттєвою частиною собівартості будівельних матеріалів. Ріст тарифів на електроенергію змушує людей шукати економніші й вигідніші варіанти обслуговування власних потреб. Все більше стає прихильників альтернативної енергетики – вітряної, теплової чи сонячної. Тому набуває актуальності «зелене» будівництво. На жаль, у наш час попит диктує пропозицію, і як відомо, зниження вартості житла експерти у сфері нерухомості не прогнозують.

Real estate has always been, is and will be the center of research in any country. After all, the real estate market is connected with all spheres and branches of the economic system. As a result, it is very important to identify trends in further development in real estate and construction, to determine the level of its operation and the factors influencing its work. It is known, one of the main objects of investment among Ukrainians is the construction industry, namely the real estate market, whose prospects are very important and relevant. Today, the price is going up, and all because, first of all, in Ukraine there are many different administrative barriers for developers. And so the potential increase in profitability of developers is dying. The condition of the funds is not improving, so we are not able to build more. In addition, the cost of construction materials increases and the salaries of construction workers decrease. And the increase in the price of gas and energy in general is a significant part of the cost of building materials. Rising electricity tariffs are forcing people to look for more economical and profitable options for serving their own needs. There are more and more supporters of

alternative energy - wind, heat or solar. Therefore, "green" construction becomes relevant. Unfortunately, nowadays demand dictates supply, and as you know, real estate experts do not predict a decrease in the cost of housing. Thus, the volume of housing construction has increased in value. But the need to provide housing for ordinary citizens remains relevant in all regions. For buyers with higher purchasing power, the advantages of choosing housing are the creation of additional comfort conditions. Ordinary citizens can buy real estate only by selling their previous property.

Ключові слова: нерухомість, будівельна галузь, фонд, квадратний метр, ціна, енергоносії, електроенергія, сонячні панелі, теплова енергія, вітрова електроенергія, «зелене» будівництво

Keywords: real estate, construction industry, fund, square meter, price, energy, electricity, solar panels, thermal energy, wind electricity, "green" construction.

Постановка проблеми. У даний час формування ринку нерухомості потребує поглиблених досліджень для визначення тенденцій подальшого розвитку, визначення рівня його функціонування та факторів, що впливають на його роботу. Бо ринок нерухомості зав'язав стосунки з усіма сферами й галузями загальної економічної системи будь-якої країни.

Будівельна галузь створює об'єкти ринку нерухомості, формуючи їх будівлі, споруди, масштаби. Для цього ринок капіталу повинен мати будівлі та споруди, необхідні для функціонування організації (фінансові, логістичні компанії, банківські установи).

Як відомо, ринок нерухомості України має чотири основні напрями діяльності:

- інвестиції в нерухомість;
- сприяти розвитку інших відповідних галузей економіки, пов'язаних із будівництвом;
- ринок послуг, що створює необхідні умови для існування та життя людей;
- загальний ринок нерухомості, де об'єктами нерухомості є особливі товари.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень показує, що за даними статистики, в Україні на одного мешканця розраховується 24 квадратних метрів житлової площі, з яких 75% — старий фонд, а чверть житла підпадає аварійному стану, а третя частина житла є новою або реставрованою [1]. Кожного року Україна будує майже 10 мільйонів квадратних метрів житла, а це 0,25 метра на людину в рік. По підсумках, лише 30% фондів у придатному стані, то їх загальний обсяг не перевищує триста мільйонів метрів, а це сім метрів на особу [1].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Сектор нового житла в Україні не може бути джерелом падіння цін, адже протягом десяти років країні необхідно мати нормальні обсяги будівництва та достатню кількість нових коштів. Ось чому в

довгостроковій перспективі новий внутрішній ринок є більш вразливим до дефіциту пропозицій.

Що стосується старих фондів, то у населених пунктах зі стрімким скороченням населення старі кошти часто залишаються надлишковими, а нові будинки не будуються. Але для них ціна відповідно відображає поточну ситуацію, адже ціна квартири там менше 10 тисяч доларів. Більшість житла, яке руйнується не має перспектив у майбутньому. Тому ціна такої нерухомості буде становити нуль. До речі, у місті Київ на одного мешканця припадає двадцять метрів старих і нових будинків, а це уже нижче середнього в країні.

Метою статті є аналіз ринку нерухомості і ціни на неї в Україні, які зараз залежать від багатьох факторів, але насамперед від величини попиту. Якщо країна та жителі стають багатшими, то і ціни на нерухомість зростають і навпаки.

Постановкою завдання є дослідити, які фактори впливають на дорожчання нерухомості в Україні та на що чекати далі від ринку нерухомості.

Виклад основного матеріалу. Сучасний стан ринку житла в Україні. Якби в Україні було б більшість фондів у прийнятному стані і будували б значно більше, то, скоріш за все, українці мали б змогу купити один квадратний метр за місячну зарплатню. Але у теперішній час імпонують високі відносини з цінами, тому що існує недолік пропозицій.

Зі зростанням ціни має зростати і рентабельність будівництва, відповідно збільшилися б обсяги будівництва. Але, на жаль, в Україні вирують адміністративні перешкоди для забудовників, тому запити ринку ростуть, а будівельники не мають змоги обслуговувати їх. Відповідно разом зі зростанням зарплат і цін на будівельні матеріали у будівельників збільшуються витрати, а влада все далі проявляє ініціативу через податки, саме тому потенційне зростання рентабельності забудовників підпадає краху. Як наслідок, після зростання цін на нерухомість обсяги будівництва лише впадуть.

«Уже з початку 2021 року ціни на житло в країні вирости в середньому на 20%. Однак і це є не межа, бо президент Конфедерації будівельників України Лев Парцхаладзе повідомив, що через пандемію ціни на житло мали б знизитись. Подекуди за рік вартість помешкань збільшилась на 10 — 30%» [2].

Експерти зазначають, що є кілька причин для здорожчання квартир, зокрема:

- зросла вартість будівельних матеріалів;
- працівникам на будівництві доводиться платити більше.

«Попит диктує пропозицію – ця закономірність є ще однією причиною, чому зросла вартість нерухомості. Адже у неї найчастіше вкладають гроші українці, тому що банки значно знизили відсоткові

ставки депозитів. У 2019 — 2020-х роках банки пропонували кредити під 18 — 20% річних. Але у 2021 році деякі банки готові видати кредити навіть до 10%» [2].

«Дорожчою буде нерухомість, якщо депутати проголосують за законопроект № 5600, який запроваджує необхідність сплати компаніями ПДВ при проведенні операцій з нерухомістю на вторинному ринку» [2]. Громадян, які продають понад два «об'єкти нерухомості на рік, зобов'язуватимуть сплачувати 18% ПДФО з кожної наступної угоди. Зараз у ціні квартир податок на додану вартість уже врахований. Ці 20% забудовник закладає, коли вперше продає новозбудоване житло» [2].

Ще причиною зростання цін на квартири може стати ціна на газ. Адже вартість газу і взагалі енергоносіїв є суттєвою частиною собівартості будівельних матеріалів. Тому свої витрати забудовники будуть додавати до вартості квартир на первинному ринку.

Через захмарні ціни на світових ринках Україна практично зупинила імпорт газу. Сховища практично не наповнюються газом для його використання протягом осінньо-зимового періоду. Наприклад, за 26 днів вересня було закачано лише 642 млн. м. куб. газу, а це втричі менше, ніж у минулому році [3].

У разі, якщо найближча зима буде холодною, якщо ціна газу у світі збережеться на високому рівні, а наш північний сусід чинитиме провокації на точках входу в українську газотранспортну систему, то у лютому Україна зіштовхнеться з дефіцитом газу, який просто фізично неможливо буде покрити з жодного напрямку. Тут наслідки можуть бути набагато небезпечніші, ніж наслідки віялових відключень електроенергії.

Що стосується електроенергії, то станом на ранок 29 вересня поточного року на складах теплових електростанцій було накопичено 874 тис тонн вугілля, що у порівнянні з обсягом на таку ж дату минулого року складає лише 30,1% [4].

Рівень накопичення вугілля демонструє, наскільки країна готова до проходження осінньо-зимових піків споживання електричної енергії. Адже здебільшого саме блоки теплової генерації, які здатні кілька разів на добу змінювати навантаження, відповідають в енергосистемі за балансування тижневих і добових графіків виробництва та споживання електроенергії.

Якщо не буде достатньо вугілля на тепловій електростанції через нестачу його накопичень, то відповідні енергоблоки не виконають команду диспетчера "Укренерго" і не зможуть запуститися. Тому частота у мережі буде падати і для уникнення масштабних аварій в системі за командою диспетчера будуть задіяні графіки аварійного відключення споживачів.

У кожному регіоні країни є такий графік, погоджений керівником місцевої державної адміністрації, у якому значні споживачі розділені на кілька черг, відповідно до яких їх будуть відключати за командою

диспетчера. Врешті бізнесу потрібен час, щоб внести можливі зміни до робочих графіків, технологічних схем, провести закупівлі необхідного резервного генеруючого обладнання. Але, здається, про споживача знову забули.

До того ж зараз будівельна галузь відчуває нестачу будівельних матеріалів. Дефіцит у сукупності з ростом витрат на виробництво неминуче спричинить збільшення вартості будівельних матеріалів. Ну, а оскільки попит на нерухомість зараз непоганий, то й забудовники будуть намагатися собі ні в чому не відмовляти, закладаючи в ціни на житло не тільки збільшену собівартість будматеріалів, а й свої побажання по надприбутках.

Ріст тарифів на електроенергію – змушують людей шукати економніші й вигідніші варіанти обслуговування власних потреб. Все більше стає прихильників альтернативної енергетики – вітряної, теплової чи сонячної. Сонячні батареї черпають електрику від світлової енергії сонця.

Сонячні панелі – це лише частина сонячної електростанції. Самі по собі вони не несуть ніякої користі, а от в сукупності з інвертором та комплектуючими – це вже робоча станція. Станція приносить користь через два моменти – економія на виплатах за електроенергію та заробіток по «зеленому» тарифу. Дорого лише на старті, потім інвестиції в сонячну станцію повертаються (від 4 до 8 років), а в подальшому приносять дохід. Монтаж станції можуть зробити кваліфіковані спеціалісти, які добре знають свою роботу. Терміни виконання замовлення різні залежно від складності та потужності. Для прикладу, у середньому одна монтажна бригада може змонтувати дахову СЕС на 10 кВт за 5-7 робочих днів, а наземну на 30 кВт (з саморобною конструкцією з чорного металу) – за 12 робочих днів. Тому, обслуговування станція не потребує взагалі, лише моніторинг та нагляд [5].

Екологічно чиста енергія вітру, яка вважається невичерпною, - це енергія вітру. Це одне з вдалих і економічних рішень для встановлення вітрових турбін у віддалених районах. Вартість такої установки потужністю 1 МВт на сьогодні буде 1 мільйон доларів. Але нестабільність полягає в неможливості гарантувати потрібну кількість електроенергії на певних ділянках землі [6].

Енергія, що накопичується в повітрі, придатна для обігріву приміщення та приготування гарячої води. Тепловий насос використовує це і знижує витрати на вироблення тепла. Однак деякі типи теплових насосів також відрізняються за дозволами, вимогами до будівництва та системою опалення. Слід зазначити, що ціни та експлуатаційні витрати на різні типи тепло-насосного обладнання сильно відрізняються. І, звичайно, це не дешеве задоволення. У висновку спаду вартості житла експерти у сфері нерухомості не прогнозують. Навпаки, ціна і надалі буде зростати,

так як зростають ціни на енергоресурси, будівельні матеріали та роботу. Кілька відсотків квартири додадуть у вартості вже до кінця 2021 року.

Висновки. Отже, варто зазначити, що збільшився обсяг житлового будівництва, проте потреба у забезпеченні житлом пересічних громадян все ще існує у всіх регіонах. У середньостроковій перспективі через зростання інженерних, енергетичних та матеріальних витрат конкуренція за землю серед забудовників загострилася, тому очікується зниження рентабельності будівництва житла. Маємо зазначити, що інвестиції, необхідні для завершення існуючих проєктів та реалізації нових, є серйозно недостатніми. Фінансова спроможність українських будівельних компаній відносно невелика і не спроможна забезпечити повне будівництво житлових і нежитлових будинків, бо процес вимагає багато вкладень і часу. Властивим для сучасного ринку нерухомості є те, що забудовники змінюються до потреб споживачів. У державному секторі це – зменшення загальної площі будинків, що сприяє зростанню попиту на первинному ринку житла. Вартість такого житла знижена до межі цін на вторинного ринку. Для покупців з вищою купівельною спроможністю перевагою вибору житла є створення комфортних умов. Інновації, спрямовані на енергозбереження, також позитивно вплинули на стан ринку нерухомості. У сучасну епоху важливим є як придбання житла, так і подальша оплата комунальних послуг. Тому «зелене» будівництво стає все більш актуальним і вітчизняні забудовники переходять до платформи екологічного стандарту, бо з екологічної точки зору експлуатація «зелених» будівель є вигідною ніж традиційна забудова.

Негативними факторами, що впливають на формування ринку нерухомості, є чисельність населення, зниження їх доходів, нестабільність курсу гривні, складна політична та економічна ситуація в країні. Саме тому звичайні громадяни можуть купити нове майно лише тоді, коли продадуть старе.

References

1. Chy ye bulbashka na rynku nerukhomosti Ukrainy. Myrfyn – vsë o fynansakh: novosty, kursy valiut, banky. [Digital source]. Access: <https://minfin.com.ua/ua/realty/articles/est-li-puzyr-na-rynke-nedvizhimosti-ukrainy/> (data zvernennia: 23.10.2021).
2. DailyLviv.com. Zhytlo dorozhchaie: prychny zbilshennia tsiny nerukhomist. Novyny Lviv – DailyLviv.com. [Digital source]. Access <https://dailylviv.com/news/ekonomika/zhytlo-dorozhchaie-prychny-zbilshennya-tsiny-nerukhomosti-92982> (data zvernennia: 23.10.2021).
3. Tsiny na zhytlo zminiatsia cherez zrostannia taryfiv na haz: pervynnyi rynek chekaie cherhove podorozhchannia. Today.ua. [Digital source]. Access:

<https://biz.today.ua/ruskyj-tseny-na-zhyle-yzmenyatsya-yz-za-rosta-tseny-na-gaz-pervychnyj-rynok-zhdet-ocherednoe-podorozhanye/> (дата звернення: 23.10.2021).

4. Ekonomichna pravda. Na Ukrainu nasuvaietsia idealnyi enerhetychnyi shtorm. Ekonomichna pravda. [Digital source]. Access: <https://www.epravda.com.ua/columns/2021/10/1/678339/> (дата звернення: 23.10.2021).

5. Soniachna enerhetyka ta mify pro nei – spetsializovani enerhetychni tekhnolohii. Spetsializovani Enerhetychni Tekhnolohii [Digital source]. Access: <https://setech.in.ua/sonjachna-energetika-ta-mifi-pro-nei/> (дата звернення: 23.10.2021).

6. Perevahy ta nedoliky vitrovoi enerhetyky. Ekolohiia zhyttia. [Digital source]. Access: <https://eco-live.com.ua/content/blogs/perevagi-ta-nedol-ki-v-trovo-energetiki> (дата звернення: 23.10.2021).

Список використаної літератури

1. Чи є бульбашка на ринку нерухомості України. Мінфин – все о финансах: новости, курсы валют, банки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://minfin.com.ua/ua/realty/articles/est-li-puzyr-na-rynke-nedvizhimosti-ukrainy/> (дата звернення: 23.10.2021).

2. DailyLviv.com. Житло дорожчає: причини збільшення ціни нерухомість. Новини Львів - DailyLviv.com. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dailylviv.com/news/ekonomika/zhytlo-dorozhchaie-prychyny-zbilshennya-tsinu-nerukhomosti-92982> (дата звернення: 23.10.2021).

3. Ціни на житло зміняться через зростання тарифів на газ: первинний ринок чекає чергове подорожчання. Today.ua. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://biz.today.ua/ruskyj-tseny-na-zhyle-yzmenyatsya-yz-za-rosta-tseny-na-gaz-pervychnyj-rynok-zhdet-ocherednoe-podorozhanye/> (дата звернення: 23.10.2021).

4. Економічна правда. На Україну насувається ідеальний енергетичний шторм. Економічна правда. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2021/10/1/678339/> (дата звернення: 23.10.2021).

5. Сонячна енергетика та міфи про неї – спеціалізовані енергетичні технології. Спеціалізовані Енергетичні Технології [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://setech.in.ua/sonjachna-energetika-ta-mifi-pro-nei/> (дата звернення: 23.10.2021).

6. Переваги та недоліки вітрової енергетики. Екологія життя. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://eco-live.com.ua/content/blogs/perevagi-ta-nedol-ki-v-trovo-energetiki> (дата звернення: 23.10.2021).

УДК 69.002.2-69.057.3

**АДАПТАЦІЙНІ МОДЕЛІ ВАРІАНТНОГО ПРОЕКТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЙ ГНУЧКИХ МОДУЛЬНИХ ПРОМИСЛОВО-
БУДІВЕЛЬНИХ СИСТЕМ**

**ADAPTIVE MODELS OF VARIANT DESIGN OF
TECHNOLOGIES OF FLEXIBLE MODULAR INDUSTRIAL AND
CONSTRUCTION SYSTEMS**

**Уваров П.Є., к.т.н., доцент, Білошицький М. В., к.т.н., доцент,
Шпарбер М.Є., ст. викл., Піддубний С.В., ст. викл. (Східноукраїнський
національний Університет імені Володимира Даля, м. Сєверодонецьк)**

**Uvarov P.E., PhD., associate professor, Biloshytskiy M.V., PhD.,
associate professor, Shparber M.E., senior lecturer, Piddubnyi S.V., senior
lecturer (Volodymyr Dahl East Ukrainian National University,
Severodonetsk)**

Стаття присвячена актуальним питанням розвитку організаційно-технологічного проектування промислово-будівельних систем. Розглянуто особливості та адаптивність варіантного проектування гнучких модульних технологій промислово-будівельного виробництва, що відображають фактори інженерного забезпечення у завданнях обґрунтування ефективності та організаційно-економічної підготовки виробництва проектів-об'єктів будівництва хімічних підприємств з урахуванням параметрів життєвого циклу їхнього розвитку.

The article is devoted to topical issues of development of organizational and technological design of industrial and building systems. Peculiarities and adaptability of variant design of flexible modular technologies of industrial and construction production are considered, which reflect factors of engineering support in tasks of substantiation of efficiency and organizational and economic preparation of production of projects-objects of construction of chemical enterprises taking into account parameters of their life cycle. The analysis and assessment of the results of the application of modular technologies of complete-block, flow-combined and separate methods for the construction of industrial buildings of a new generation and options for organizing the manufacture of delivery and enlargement of blocks, which made it possible to evaluate the identified interdependencies between labor costs, duration and weight of blocks. Regression analysis was used to process the obtained systematized data. The quantitative values of the regression coefficients are obtained on the basis of the Gauss method (least squares method). Evaluation of the obtained dependencies by calculating regression coefficients, standard deviations, etc., as well as their assessment using the tabular

values of Fisher's coefficients, confirmed the correctness of the hypothesis put forward. The constructed engineering nomograms make it possible to determine the labor costs and the duration of the installation of blocks, depending on the weight parameters of the blocks for various methods of their installation and options for organizing and forming blocks in relation to objects-representatives of chemical enterprises and industries. The choice of a rational option for flexible modular technology should be carried out according to the mini-max criterion: minimum labor costs for installation, testing and commissioning cycle of block-complete devices in the design position due to the maximum flow-combined organization of industrial and construction production methods, principles of targeted aggregation of technological processes, organizational structures and management functions.

Ключові слова: модульне проектування, модулі агрегованого обладнання, комплектно-блоковий монтаж, варіантне проектування, адаптивні моделі, технології прийняття рішень

Key words: modular design, modules of aggregated possession, complete-block installation, options for design, adaptive models, technologies of acceptance of solutions

Постановка проблеми. Розробка та впровадження у практику організаційно-технологічного проектування принципів адаптивних моделей на основі гнучкості промислово-будівельних технологій, що враховують сучасні вимоги варіантності та альтернативності, які використовують методи автоматизованого проектування гнучких промислово-будівельних модулів (ПБМ) та прийняття рішень щодо їх реалізації, системного моделювання та комбінації, є актуальною проблемою у завданнях прийняття ефективних організаційно-технологічних рішень [1, 2, 4, 7, 8].

Мета роботи – узагальнення методів та засобів адаптаційних моделей варіантного проектування при формуванні гнучких модульних промислово-будівельних технологій, що забезпечують розвиток АСА – інструментарію методів та засобів (аналізу – синтезу – адаптацій) для дослідження та прийняття організаційно-технологічних рішень характеристик інвестиційно-будівельної діяльності (ІБД) та експлуатації виробничих будівель нового покоління у комплектно-блочному виконанні (ВБНП-КБВ).

Виконаний комплексний аналіз виявив необхідність вирішення завдання кількісної та якісної оцінки рівня адаптивності та гнучкості моделей ВБНП-КБВ, промислово-будівельних технологій та методів організації зведення проекту-об'єкту будівництва (П-ОБ).

Для оцінки здатності ВБНП-КБВ (будівельної та технологічної частини П-ОБ) до перетворень за часом та фазовим простором у повному життєвому циклі ІБД (модернізації, реконструкції, розширення та ліквідації), удосконалення методів організації та технології робіт та

будівельних параметрів П-ОБ на стадії його експлуатації, а часто вже і на стадії будівництва – призначено критерій адаптивності.

Апаратом для обчислення даного критерію може бути інваріантний метод (незмінність величин за певних перетворень змінних).

Кількісно рівень гнучкості як інтегральну характеристику пропонується оцінювати коефіцієнтом гнучкості (технології зведення) $K_{ГТЗ}$ з використанням прийому кодування в двійкових числах із ранжуванням основних якісних показників від 1 до 10. Припустимо, якщо $K_{ГТЗ}=0$, то організація й технологія виробництва не мають додаткових резервів у життєвому циклі П-ОБ, якщо $K_{ГТЗ}=1$ – технологія має гнучкість і ефективно реагує на всі зміни [4, 6].

При цьому гнучкість повинна розглядатися не тільки як показник, а й як властивість, притаманна проектуванню будівельної технології – системи, в якій відбуваються зміни: переходи з даного стану в інший при зведенні ВБНП та монтажі технологічного обладнання в КБВ, агрегованого у функціональні блоки, та характеризує її здатність реагувати на численні внутрішні та зовнішні впливи виробничого середовища та модулів промислово-будівельних формувань щодо створення різних видів та груп блоків обладнання.

Зміна рівня гнучкості відобразиться в різниці таких основних показників організаційно-технологічних модулів, як витрати праці, часу, ресурсів, терміни, вартість при реалізації систем технологій (методів та засобів) зведення та подальших перебудов П-ОБ на етапах та стадіях життєвого циклу в еволюції їх розвитку та деградації (реконструкція, модернізація, виведення з експлуатації та ліквідація).

Принципова особливість та своєрідність монтажних-технологічних вимог до проектування промислових об'єктів (ВБНП) підприємств хімічної галузі в КБВ полягає в тому, що проектувальний процес розбивається на два самостійних потоки (етапи): проектування агрегованих блоків на основі типових технологічних схем та вузлів та проектування будівлі – ВБНП із комплектних будівельно-технологічних блоків.

Зазначена особливість процесу проектування ВБНП-КБВ має важливе значення при системному моделюванні об'єкта. Так, при розгляді будівлі як системи, а процесу проектування як розв'язання цієї системи, ієрархічна структура системи «промисловий об'єкт» (ВБНП) хімічної галузі у традиційному поелементному виконанні має три основні рівні П-ОБ: технологічна установка, виробництво та підприємство, а при КБВ наявність додаткової структурної одиниці П-ОБ об'єкта - блоку передбачає вже чотири ієрархічні рівні: комплектно-блоковий пристрій (блок), технологічна установка, виробництво, підприємство.

Особливість моделювання ВБНП у комплектно-блочному виконанні полягає в тому, що весь процес проектування характеризується поділом провідної ролі технологічного проектування при розробці проектних

рішень блоків (АТК) в комплексі об'ємно-конструктивного компонування (ОКК) та архітектурно-будівельного (АБК) при розробці проектних рішень ВБНП виробництв та підприємства в цілому. Тим самим встановлюється чітка послідовність проектування технологічної як первинної та архітектурно-будівельної як вторинної частин об'єкта.

З урахуванням виконаних класифікацій технічних рішень блоків визначено характеристики чотирьох класів блоків, типи та види блоків, ярусність та режим експлуатації та варіанти конструктивно-монтажних та апаратурно-планувальних рішень блоків хімічних виробництв, а також найважливішого просторового елемента ВБНП-КБВ – технічного коридору як елемента формуючого об'єкт та його нормальне функціонування тощо [9, 10].

Проведений аналіз та оцінка результатів застосування модульних технологій комплектно-блочного, потоково-суміщеного та роздільного методів зведення ВБНП (одноповерхових великопрогонових будівель підприємств хімічної галузі з різними класифікаційними характеристиками за способами встановлення блоків (кранами (КБГ), способом «насування» (СН)) застосуванням транспортно-монтажних засобів (ТМЗ)) та варіантів організації виготовлення доставки та укрупнення блоків, що дозволило оцінити виявлені взаємозалежності між витратами праці, тривалістю та масою блоків [3, 7, 9].

Для обробки систематизованих даних застосовувався регресійний аналіз, що дозволило у загальному вигляді сформулювати наступні залежності:

$$Q = K_1 P + B_1 + C_1(n - 1);$$

$$T = K_2 Q + B_2 + C_2(n - 1)$$

де Q – витрати на встановлення блоків;

T – час на встановлення блоків;

P – маса блоків;

n – кількість вузлів постачання в блоках;

K_1, K_2, C_1, C_2, B_1 и B_2 – коефіцієнти регресії (табл. 1)

Кількісні значення коефіцієнтів регресії отримано з урахуванням застосування методу Гаусса (метод найменших квадратів). Оцінка отриманих залежностей шляхом обчислення коефіцієнтів регресії, середньоквадратичних відхилень тощо, а також оцінка їх за табличними значеннями коефіцієнтів Фішера підтвердила правильність висунутої гіпотези.

Побудовані номограми дозволяють визначати витрати праці та тривалість встановлення блоків залежно від вагових параметрів блоків для різних способів їх встановлення та варіантів організації та формування блоків стосовно об'єктів-представників підприємств та виробництв хімічної галузі (рис. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнти та вільні члени регресії для визначення витрат праці та тривалості встановлення блоків

Способи монтажу блоків	Варіанти організації формування блоків	Значення коефіцієнтів регресії				Значення вільних членів регресії	
		K_1	K_2	C_1	C_2	B_1	B_2
За допомогою кранового обладнання	У заводських умовах	0,62	0,08	-	-	34,66	6,70
	На майданчиках укрупнювальної збірки	0,89	0,15	39,79	9,17	1,93	0,85
	На проектних позначках	0,68	0,11	39,25	9,00	-	-
Насувний	У заводських умовах	1,22	0,16	-	-	154,03	21,60
	На майданчиках укрупнювальної збірки	1,48	0,23	39,78	9,17	122,03	15,75
	На проектних позначках	1,27	0,19	158,67	23,90	-	-
За допомогою ТМЗ	У заводських умовах	0,30	0,05	-	-	7,50	2,74

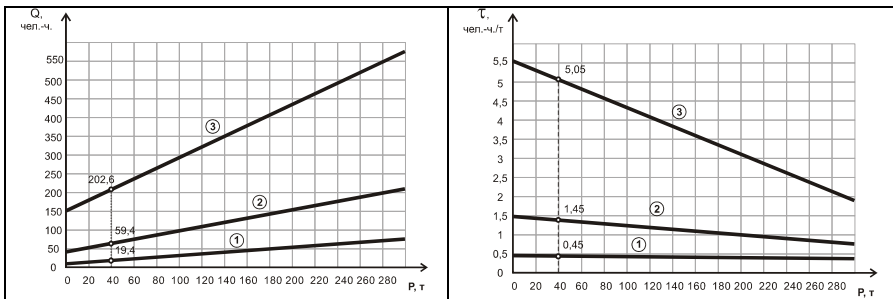


Рис. 1 – Діаграми залежності витрат праці (а) та питомих витрат праці (б) від маси агрегованих блоків для різних способів встановлення та варіантів організації їх формування: 1- монтаж блоків за допомогою транспортно-монтажних засобів; 2-монтаж блоків краном; 3- монтаж блоків способом «насування»

Зазначені специфічні особливості компонування ВБНП-КБВ підприємств хімічної галузі (установок, виробництв), що складаються з функціонально пов'язаних блокових та блочно-комплектних пристроїв

(КБП), а також виконання будівельних та монтажних робіт, за їх модульним зведенням істотно впливають на прийняття організаційно-технологічних рішень та викликають необхідність спеціального опрацювання економічних рішень у документах організаційно-економічної підготовки виробництва – проектів організації будівництва та проектів виконання робіт, що передбачають перенесення витрат праці з будівельного майданчика на машинобудівні підприємства – виробники блоку з відповідними технічними та економічними обґрунтуваннями, що виконуються на стадії розробки ТЕО (ТЕР) (табл. 2).

Таблиця 2

Обґрунтування оптимального варіанта гнучкої модульної технології

Групи проектних рішень об'єктів представників	Способи монтажу блоків	Тривалість будівництва, міс.	Економічна ефективність *		
			від зниження собівартості БМР, тис. грн.	від додаткового випуску продукції, тис. грн.	Сумарна тис. грн.
1	2	3	4	5	6
ВБНП с расположением КБП на позначці ± 0,00	КБГ	30	32,89	382,03	414,92
	СН	31	25,81	309,24	335,05
	ТМЗ	27	54,00	609,41	663,41
Відкриті майданчики з розташуванням КБП на пзначці ± 0.00	КБГ	24	72,78	836,81	909,59
	СН	24,5	70,43	800,41	870,84
	ТМЗ	12,5	150,22	1709,16	1860,19

*) за узагальненими даними ТОВ «ПРОМХІММОНТАЖ» (м. Северодонецьк)

Різноманітність варіантів оснащення будівельних та монтажних організацій вантажопідіймними машинами, заводської готовності та технологічності встановлення блоків у проектне положення та засобами доставки блоків, а також різні умови організації та розташування будівельних майданчиків та виконання робіт, модульної технології зведення ВБНП-КБВ підприємств хімічної галузі визначають можливість

багатоваріантної потоково-суміщеною промислово-будівельною організацією методів будівництва цих об'єктів.

Висновки. 1. Вибір раціонального варіанту гнучкої модульної технології може здійснюватися за критерієм міні-максу: мінімуму витрат праці на встановлення, випробування та пуско-налагоджувальний цикл блочно-комплектних пристроїв у проектне положення за рахунок максимальної потоково-сумісної організації методів промислово-будівельного виробництва, принципів цільового агрегування технологічних процесів, організаційних структур та функцій управління.

2. Останні можуть бути реалізовані шляхом: перетворення ВБНП-КБВ на об'єктні потоки-комплекти транспортбельних блоків обладнання та конструкцій будівель; створення на стику двох галузей – машинобудівної та будівельної – промислово-будівельних формувань (корпорацій, концернів) з комплектно-блочної споруди П-ОБ з високим ступенем мобільності, орієнтовані на кінцеву мету – введення в експлуатацію («під ключ» або «під потужність») об'єктів, що будуються з проектними характеристиками життєдіяльності та життєздатності П-ОБ.

References

1. Abaryikov V.P. Optimizatsiya sistemyi proektirovaniya v stroitelstve./ Abaryikov V.P. – М.: Izd.dom Graal, 2000. – 321 s.
2. Bulgakov S.N. Tehnologicheskie innovatsii v investitsionno-stroitelnom komplekse. – М.: RAASN, 1998. – 547 s.
3. Metodicheskie rekomendatsii po razrabotke organizatsionno-tehnologicheskikh resheniy v sostave POS i PPR dlya ob'ektov v komplektno-blochnom ispolnenii.– М.: TsNIOMTP, 1999. – 72 s.
4. Oleynik P.P. Organizatsiya stroitelstva. Kontseptualnyie osnovyi, modeli i metodyi, informatsionno-inzhenernyye sistemyi./ Oleynik P.P. – М.: Izd-vo «Profizdat», 2001. – 408 s.
5. Systemy tekhnologii zhyttievoho tsyklu investytsiino-budivelnoi sfery diialnosti/ Tian R.B., Uvarov P.Ye., Shparber M.Ye. Pryliepova M.O., y dr.// Prydniprovska derzhavna akademiia budivnytstva ta arkhitektury. Navch. posibnyk. –Dnipropetrovsk: Vydavnytstvo Makovetskyi Yu.V., 2010. – 344 s.
6. Uvarov P.E. Tekhnicheskyyi prohress y dynamicheskaiia adaptatsiya v teoryy y praktyke systemnoho proektirovaniya proyzvodstvennykh zdaniy novoho pokoleniya. // Vestnyk KhHPU #93 «Tekhnicheskyyi prohress y efektyvnost proyzvodstva». – Kharkov: KhHPU, 2000. – S. 144-150.
7. Uvarov P.Ye. Prynyspy intehrovanoho orhanizatsiino-tekhnolohichnoho proektuvannya investytsiino-budivelnoi diialnosti.: Avtoferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia kandydata tekhnichnykh nauk: 05.23.08 / P. Ye. Uvarov. - Dnipropetrovsk., 2008. - 31 s.
8. Uvarov P.E. Modelirovanie organizatsionno-ekonomicheskikh resheniy investitsionno-stroitelnyih projektov i ih inzhenernoe soprovozhdenie / Uvarov P.E., Prilepova M.A., Shparber M.E., Tyan E.R. // VIsnik DonbaskoYi natsIonalnoYi akademiYi budIvnytstva I arhItekturi. – 2010 – #2010-3(83) – S. 71-79

9. Cherepov I.A., Alekseev S.V., Konstantinova E.P. Proektirovanie promyshlennyykh ob'ektov v komplektno-blochnom ispolnenii (obzor). – M.: VNIIS, 1987. – 59 s.

10. Elyash M.L., Marshev V.Z. Tehnologiya komplektno-blochnogo montazha oborudovaniya. –M.: Stroyizdat, 1994. – 204s.

Список використаної літератури

1. Абарыков В.П. Оптимизация системы проектирования в строительстве./ Абарыков В.П. – М.: Изд.дом Грааль, 2000. – 321 с.

2. Булгаков С.Н. Технологические инновации в инвестиционно-строительном комплексе. – М.: РААСН, 1998. – 547 с.

3. Методические рекомендации по разработке организационно-технологических решений в составе ПОС и ППР для объектов в комплектно-блочном исполнении.– М.: ЦНИИОМТП, 1999. – 72 с.

4. Олейник П.П. Организация строительства. Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы./ Олейник П.П. – М.: Изд-во «Профиздат», 2001. – 408 с.

5. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності/ Тян Р.Б., Уваров П.Є., Шпарбер М.Є. Прилепова М.О., и др.// Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Видавництво Маковецький Ю.В., 2010. – 344 с.

6. Уваров П.Е. Технический прогресс и динамическая адаптация в теории и практике системного проектирования производственных зданий нового поколения. // Вестник ХГПУ №93 «Технический прогресс и эффективность производства». – Харьков: ХГПУ, 2000. – С. 144-150.

7. Уваров П.Є. Принципи інтегрованого організаційно-технологічного проектування інвестиційно-будівельної діяльності.: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.23.08 / П. Є. Уваров. - Дніпропетровськ., 2008. - 31 с.

8. Уваров П.Е. Моделирование организационно-экономических решений инвестиционно-строительных проектов и их инженерное сопровождение / Уваров П.Е., Прилепова М.А., Шпарбер М.Е., Тян Е.Р. // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2010 – №2010-3(83) – С. 71-79

9. Черепов И.А., Алексеев С.В., Константинова Е.П. Проектирование промышленных объектов в комплектно-блочном исполнении (обзор). – М.: ВНИИС, 1987. – 59 с.

10. Эляш М.Л., Маршев В.З. Технология комплектно-блочного монтажа оборудования. –М.: Стройиздат, 1994. – 204с.

З М І С Т

Білошицька Н.І., Шпарбер М.Є., Поркуян С.Л., Мирошніченко І.О.	Проблеми у сфері технічної інвентаризації об'єктів нерухомості та шляхи їх вирішення..... 3
Білошицький М.В., Білошицька Н.І., Уваров П.Є., Лобко Д.І., Ревака А.В.	Фактори, що впливають на експлуатаційні якості фундаментів будівель житлового фонду м. Сєвєродонецьк..... 12
Бондарський О.Г., Бабков О.В.	Вплив термочутливості матеріалу шарів на напружено-деформований стан багат шарових оболонки і пластин..... 20
Волошин В.У., Мельник О.В., Вакулюк Л.А., Рудик О.В.	3D фотограмметрія в архітектурі, містобудуванні та збереженні культурної спадщини..... 26
Дзюбинська О.В., Дзюбинський А.В., Смаль М.В.	Управління потоками твердих побутових відходів на рівні територіальних громад..... 38
Зигун А.Ю., Клепко А.В.	Проектування велосипедної інфраструктури в рекреаційних зонах міста..... 45
Іванейко І. Д., Іванейко М. М., Вишневецький Р. М.	Спорудження збірних фундаментів у складних котлованах..... 53
Ільчук Н.І., Ільїна О.В.	Проблеми та можливості розвитку урбаністичного середовища..... 62
Кислюк Д.Я., Самчук В.П., Чапюк О.С., Дробишинець С.Я., Савенко В.І.	Міцність бетону при використанні пластифікатора «Біопласт-1»..... 68

Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г., Коломійчук В.Г.	Ревіталізація будівель та споруд із застосуванням одноповерхових сітчастих металевих куполів та особливості їх роботи 75
Кравченко С.А., Постернак О.О., Столевич І.А.	Несуча здатність та деформативність елементів і конструкцій з керамзитобетону на багатокомпонентному в'язучому..... 85
Линник І. Е., Чернявський Б. Р.	Методи освоєння заболочених територій..... 93
Михайлик О.О.	Дніпрові береги Києва: розвиток і трансформація в часі..... 103
Мудрий І.Б., Вибранець Ю.Ю.	Принцип формування об'єктних організаційно-технологічних схем зведення.....109
Новосельчук Н.Є., Михайлова А.Б.	Лендформний підхід у проектуванні як концепція сучасності..... 115
Осетрін М.М., Петруня О.М.	Аналіз практики формування і функціонування пішохідних просторів у містах України..... 122
Парфентьева І.О., Мельник Ю.А., Сокур Т.Д.	Містобудівний SWOT-аналіз смт. Луків Волинської області..... 129
Пахолук О.А., Чапюк О.С., Журавська Г.Ю.	Вплив монолітних армованих елементів на теплозахисні властивості кладки з газобетонних блоків..... 135
Пиріг Я.І., Ільїн Я.В., Роман П.С.	Властивості асфальтобетонів, виготовлених на спеціальних дорожніх бітумах..... 143
Піддубний С.В., Соколенко В.М., Білошицький М.В., Шпарбер М.Є.	Використання відходів полістиролу для захисного покриття бетонних підлог..... 156

Ротко С.В., Маткова А.В., Швабюк В.В., Токарев В.О.	Визначення величин критичних довжин і розкриття тріщин в конструктивних елементах методами механіки руйнування.....	163
Синій С. В., Мельник Ю. А., Сунак П. О., Ксьоншкевич Л. М., Крантовська О. М.	Проектування каналізаційних мереж з використанням принципів SWOT-аналізу.....	171
Соколенко В.М., Голоднов О.І., Філат'єв М.В., Соколенко К.В.	Прийоми та методи реконструктивного перетворення міської забудови та територій Луганської області в сучасних умовах.....	180
Татарченко Г.О., Татарченко З.С., Паніна Н.І., Білошицька Н.І.	3D-моделювання будівельних об'єктів.....	194
Тригуб Р.М., Буратевич О.І.	Оцінка чисельності постійного населення міста Києва. Порівняння сучасних даних та даних СРСР.....	205
Тригуб Р.М., Бондаренко О.Ю., Довбуш В.А.	Сучасний стан ринку житла в Україні.....	212
Уваров П.Є., Білошицький М. В., Шпарбер М.Є., Піддубний С. В.	Адаптаційні моделі варіантного проектування технологій гнучких модульних промислово- будівельних систем.....	219

Наукове видання

Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 16

Верстка С.В. Ротко

Редактор В.І. Шваб'юк

Підписано до друку 25 листопада 2021 р. Формат 60 × 84 1/16.
Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman. Друк трафаретний.
Умовн.друк.арк. 12,1. Тираж 100 пр. Зам. № ____

Відділ іміджу та промоції Луцького національного технічного
університету, 43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75

Друк – відділ іміджу та промоції Луцького НТУ