

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 75 2023

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки, економічні науки)



Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія КВ № 21921-11821ПР від 23.03.2016 р.

Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання Додаток 4 до наказу Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 № 886 (технічні науки), Додаток 2 до наказу Міністерства освіти і науки України від 14.05.2020 № 627 Категорія "Б" (економічні науки)

Міжвідомчий науково-технічний збірник видається з 1965 року.

Співзасновниками є: ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (ДП «НДІБВ») та Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Розглянуто питання становлення саморегулювання в будівництві, економічної ефективності енергозберігаючих заходів у будівництві, механізм оптимізації діяльності будівельних підприємств, удосконалення технології та організації виконання робіт у промисловому і житловому будівництві, висвітлено нові напрями у технології будівельних процесів.

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія

Головний редактор

Радкевич А.В. д.т.н., проф. ДНУЗТ ім. В. Лазаряна. Дніпро;

Заступник головного редактора (технічні науки)

Григорівський П.Є. д.т.н., с.н.с. ДП "НДІБВ". Київ;

Члени редколегії

Молодід О.С. к.т.н., доцент, ДП "НДІБВ". Київ;

Молодід О.О. к.е.н., с.н.с., ДП "НДІБВ". Київ;

Барабаш М.С. д.т.н., с.н.с. НАУ. Київ;

Беленкова О.Ю. к.е.н., доцент, КНУБА. Київ;

Білоконь А.І. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Бондар О.А. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Бондаренко Є.В. д.е.н., проф. ДП "НДІБВ". Київ;

Вечеров В.Т. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Гончаренко Д.Ф. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Данченко Ю.М. к.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Дмитренко Г.А. д.е.н., проф. ДП "НДІБВ". Київ;

Дорофеев В.С. д.т.н., проф. ОДАБА. Одеса;

Кравчуновська Т.С. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Куліков П.М. д.е.н., проф. ректор КНУБА. Київ;

Менейлюк О.І. д.т.н., проф. ОДАБА. Одеса;

Міхайленко В.М. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Млодецький В.Р. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Назаренко І.І. д.т.н., проф., президент АБУ, Київ;

Ніколаєв В.П., д.е.н., проф. НАДУ. Київ;

Осипов О.Ф. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Плоский В.О. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Рижакова Г.М. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Савйовський В.В. д.т.н., проф. Київ;

Сопов В.П. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Сорокіна Л.В. д.е.н., проф. КНУБА. Київ;

Стеценко С.П. д.е.н., доц. КНУБА. Київ;

Сухоруков А.І. д.е.н., проф. АБУ Київ;

Терентьев О.О. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Тонкачев Г.М. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Тугай О.А. д.т.н., проф. КНУБА. Київ;

Хижняк В.О. к.е.н., доцент, ДП "НДІБВ". Київ;

Шатов С.В. д.т.н., проф. ПДАБА. Дніпро;

Шимановський О.В. д.т.н., проф., УІСК ім. В. М.

Шимановського. Київ;

Шумаков І.В. д.т.н., проф. ХНУБА. Харків;

Зарубіжні члени редколегії

Дзвігол Хенрік, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща

Долотов О.В. д.т.н., проф. США;

Клованич С.Ф. д.т.н., проф. Польща;

Котовіч Януш, проф. Сілезька політехніка. Глівіце, Польща

Кузіор Олександра, проф. Сілезька політехніка. Глівіце,

Польща

Лакатош Янош д.е.н., проф. Угорщина;

Пилипенко В.М. д.т.н., проф. ГП "НИПТИС". Беларусь;

Радей Карел докт. Чехія;

Сиройч Здислав д.е.н., проф. Польща;

Сломски Войтех д.е.н., проф. Словаччина;

Трейковскі Маріан д.е.н., проф. Македонія;

Фингер Матіас д.е.н., проф. Швейцарія;

Відповідальний секретар О.В. Сирота

Комп'ютерна верстка та графіка О.В. Сирота

Мова видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту протокол № 3 від 14.12.2023 р. №75

(технічні науки, економічні науки).

Адреса редколегії збірника:

03110, МСП, Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 275-20-78

E-mail: vistavca@ukr.net

web: <http://ndibv-building.com.ua>

Редакція не завжди поділяє думку та погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, власних імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

Відповідно до Закону України «Про авторське право та суміжні права» при використанні наукових ідей та матеріалів цього збірника посилання на авторів і видання є обов'язковим.

Журнал реферується у наукометричній базі даних



ISSN 2524-2555 (online)

ISSN 0131-8942 (print)

УДК 69:624.05

¹ **І.Д. Іванейко**, к.т.н., доцент кафедри будівельного виробництва, Orcid: 0000-0002-8873-6930;² **О.А. Тугай**, д.т.н., професор кафедри організації і управління будівництвом, Orcid: 0000-0001-6255-3119;³ **О.В. Дубинка**, к.т.н., доцент кафедри організації і управління будівництвом, Orcid: 0000-0002-1616-3280;⁴ **М.М. Іванейко**, аспірант кафедри будівельного виробництва, Orcid: 0000-0002-5390-0446;⁵ **В.М. Олійник**, аспірант кафедри організації і управління будівництвом.^{1, 4} Національний університет «Львівська політехніка», м.Львів^{2, 3 5} Київський національний університет будівництва і архітектури, м.Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРІОДУ ЗГОРТАННЯ ПОТОКІВ НА ПЕРЕРЕЗПОДІЛ НЕВИКОРИСТАНОГО ТРУДОВОГО РЕСУРСУ У НЕРИТМІЧНИХ РОБОТАХ

Анотація. У статті запропоновано зменшити тривалість виконання неритмічних потокових робіт на технологічно однотипних процесах шляхом використання невикористаного трудового ресурсу на роботах з збільшеним періодом згортання потоку на взаємозалежних захватках.

При неритмічному потоковому будівництві існують процеси із запасом невикористаного трудового ресурсу на роботах і захватках, які впливають на термін виконання робіт (період розгортання потоків). Аналіз неритмічних робіт показав, що в них є роботи з періодом згортання потоків більшим найменшого значення і вони мають запас невикористаного трудового ресурсу, але не впливають на терміни виконання робіт.

Попередні роботи зі збільшеним періодом розгортання потоків показали, що перерозподіл обсягів робіт між двома роботами скорочує термін виконання робіт. У попередніх дослідженнях перерозподіл обсягу на ці дві роботи мають абстрактний характер без визначення технологічної однотипності двох робіт. Виконані попередні дослідження показали, що взаємозалежні захватки для паралельних робіт визначаються по ранговій матриці з пріоритетом по фронту ОБРР. Перерозподіл обсягів неритмічних робіт виконується в ній на технологічно однотипні захватки. Для процесів зі збільшеним періодом згортання потоків пропонується збалансувати дві роботи паралельним методом виконання робіт на технологічно однотипних роботах без застосування додаткового трудового ресурсу.

Оптимізаційні методи скорочення терміну будівництва передбачають використання паралельних методів на двох технологічно однотипних роботах зі збільшеним періодом згортання потоку. У прикладі наведені приклади збалансування двох робіт шляхом використання спеціальних і універсальних (екскаватор) машин з фаховими спеціалістами або комплексними бригадами. Для виконаної оптимізації визначено техніко-економічні показники.

Ключові слова: енергоощадні технології зведення будівель, ресурсозберігаючі технології, збалансовані системи періодів розгортання і згортання потоків, оптимізація потоків, послідовно-паралельний метод, варіантне проектування, технологічно однотипні роботи, рангова матриця з пріоритетом по фронту робіт.

Постановка проблеми

Для енергоощадних технологій зведення будівлі слід запроваджувати гармонійно збалансовані системи шляхом прийняття раціональних конструктивних, організаційних і технологічних рішень (КОТР) на основі варіантного проектування, яке дозволяє запровадити ресурсозберігаючі технологічно конструктивні рішення на спорудження будівлі [2, 6, 10, 14]. Варіантне проектування з організації робіт дозволяє більш раціонально використати трудові ресурси шляхом перерозподілу тривалості виконання робіт на об'єкті та зменшити тривалість спорудження.

Для потокових методів виконання неритмічних робіт запроваджено інтенсивний перерозподіл ресурсу на суміжних однотипних роботах шляхом паралельного залучення невикористаного трудового ресурсу на суміжних процесах зі зменшеним періодом розгортання потоку без залучення додаткового ресурсу [15].

При неритмічними роботами у будівництві є роботи із збільшеним періодом згортання потоку [1],

які не впливають на термін виконання робіт, але мають невикористаний трудовий ресурс, дослідження якого на терміни виконання робіт не виконувались. Для вирішення проблеми інтенсивного скорочення терміну будівництва, слід провести дане дослідження для отримання ресурсозберігаючої технології спорудження будівлі з ефективними конструктивними, організаційними і технологічними рішеннями.

Аналіз досліджень та публікацій

У будівництві виконується конструктивні рішення елементів і будівлі, технології спорудження і організаційні рішення. Для вибраних рішень, які відповідають термінам будівництва виконується автоматизоване проектування, наприклад, у системі 4D BIM [w16] і визначається порядок виконання робіт. Для дотримання терміну будівництва однією з систем проводиться моніторинг виконання робіт з урахуванням випадкових випадків [13].

Для робіт як не відповідають термінам виконання

робіт слід зменшити термін будівництва. Скорочення терміну будівництва досягається за ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єкта» [4]. Серед методів запропонованих у нормативному документі для потоків слід виділити способи скорочення тривалості робіт кількісно і якісно.

До екстенсивних методів відносяться уведення додаткового ресурсу для:

- збільшення кількості бригад і машин паралельним методом ;
- збільшення кількості змін на об'єкті;
- збільшення кількості захваток на об'єкті [5];
- зменшення виконання робіт на критичних роботах при сітковому плануванні [11, 18].

З теорії відомо, що уведення додаткового ресурсу є доцільне лише на критичних роботах, визначених у методі Critical Path Method. У неритмічних потоках таке уведення ресурсу на критичні роботи потребує наявності її наявності і, як правило, вони мають короточасність перебування на об'єкті. Дану задачу можливо вирішити для сукупності будівель з ув'язкою всіх робіт у просторі і часі, наявності фінансування при виконанні робіт та відсутності дестабілюючих чинників. Частково дану проблему вирішують моніторингові програми за виконанням робіт [19], які є доступні для великих компаній і потребують досліджень ефективності їхнього впровадження для малих фірм. Скорочення терміну будівництва із залученням додаткового ресурсу (машин) може бути доцільним економічно при залучення на один процес різнотипних машин [6, 12]. Досвід виконання робіт у Китаї показав, що насичення фронту робіт додатковим ресурсом при виконанні більшої частини робіт на заводі та збільшення кількості захваток вирішує проблему скорочення терміну будівництва при мобілізації людей і спеціалістів [5].

До інтенсивних методів скорочення терміну будівництва належать:

- запровадження збірного і збірно-монолітного великорозмірного будівництва [2, 14];
- збільшення типорозмірів машин з одночасним підвищенням продуктивності праці [9].

До інтенсивних способів відносяться розрахункові методи, які дозволяють шляхом зміни порядку виконання робіт зменшити термін будівництва без залучення додаткового ресурсу, наприклад, вирішення задачі методом гілок і меж, задача комівояжера [3]. Скорочення терміну будівництва досягається при вирішенні оптимальної задачі для ресурсів і фронтів робіт, яка частково вирішена С.М. Джонсоном [16, 17].

Виконаний дослідження у Національному університеті «Львівська політехніка» показало, що при потокових проектуванні та сітковому плануванні є багато чинників, які дають нерівномірне відхилення трудомісткості і термінів виконання робіт на захватках. Однією з проблем у неритмічних роботах є збільшений період розгортання потоку, на роботі, яка має запас трудового ресурсу і збільшує термін будівництва. При технологічній однотипності робіт вдалося паралельним методом використати запас трудового ресурсу шляхом перерозподілу обсягу на двох роботах. Даний метод скорочує терміни виконання потокового проектування і зменшує терміни Critical Path Method (сіткового планування).

Додатковий аналіз показав, що при спорудженні будівлі є роботи зі збільшеним періодом згортання потоків, які мають запас невикористаного трудового ресурсу, але не впливають на терміни будівництва і для яких не виконане дослідження.

Мета досліджень

Розробка теорії і удосконалення поточного неритмічного будівництва для технологічно однакових процесів шляхом перерозподілу запасу термінів виконання робіт зі збільшеним періодом згортання процесів на суміжних роботах паралельним методом.

Основний матеріал і результати

Послідовно-паралельні методи при поточній організації робіт застосовуються для збалансування тривалості двох процесів зі збільшеним періодом згортання процесів з метою отримання скорочення терміну будівництва. Дане збалансування має інтенсивний характер і розповсюджується на два процеси. Збільшений період згортання потоків не збільшує загального терміну виконання робіт.

Для скорочення терміну будівництва на двох процесах зі збільшеним періодом згортання потоків, вони повинні бути технологічно однаковими для використання спеціалізованих або універсальних або технологічно транспортних машин з можливістю використання одного трудового ресурсу у зв'язку з їхньою подібністю робіт, або застосуванням комплексних бригад.

Для виконання робіт роботи можуть розміщуватись в одному просторі (два процеси на одній захватці) або в різний час (два процеси з виконанням робіт по змінах).

Найменший період згортання потоку визначається першим значенням виконання робіт на захватці і рівний останній роботі при розрахунку. Якщо період згортання потоку на роботі є більшим мінімального значення то наступна робота має запас трудового ресурсу до неї, і визначається рівнянням:

$$T_j^{3z} > t_{jm} \quad (1)$$

де T_j^{3z} - період розгортання j-го потоку (роботи); t_{jm} - тривалість виконання j-го потоку на m-му фронті.

Період згортання кожної потокової роботи розраховується за формулою:

$$T_j^{3z} = \max\left(\sum_{i=m}^k t_{j,i} - \sum_{i=m}^{k+1} t_{(j-1),i}\right) \quad m \geq k \geq 1 \quad (2)$$

де t_{ji} та $t_{(j-1)i}$ - тривалість виконання j-го (j-1) потоку на i-му фронті; 1,2,...,j,...,k,...,n - часткові потоки; 1,2,...,i,...,m - часткові фронти робіт..

Для робіт визначаються технологічно однотипні роботи, які можливо об'єднати.

Для можливості реалізації послідовно-паралельного методу при потоковій організації робіт на двох взаємозалежних захватках (розміщених на одному ранзі у матриці ОВРР) вони повинні бути технічно-технологічно сумісними за характеристиками і для них визначається середнє значення на захватці.

$$\tau_{гсеп}^* = \sum_{j-x}^{x-1} t_{jг}^* / 2 \quad 3$$

$$\tau_{jгсеп}^* \approx \tau_{jг}^* = \tau_{ji} \quad 4$$

$$i = g - j + 1 \quad 5$$

де $\tau_{jгсеп}^*$ - середнє значення на взаємозалежних захватках (дві роботи) на ранзі g ; $t_{jг}^*$ - прийнята тривалість виконання j -ої роботи на g -ому ранзі у матриці ОВРР; τ_{ji}^* - прийнята тривалість j -ої роботи на i -ій захватці; $1... g ... p$ - часткові ранги робіт; x і $x+1$ - номери технологічно однотипних робіт.

Основною метою розподілу тривалості робіт (у цілих числах) за середніми величинами є досягнення загальної різниці між всіма залежними захватками у межах:

$$0 \geq \Delta T_j^m = \sum_{(j-1),i}^k \tau_{(j-1),i} - \sum_{j,i}^{k-1} \tau_{j,i} \geq -1 \quad 1 \leq k \leq m \quad 6$$

де ΔT_j^m - різниця тривалості між залежними захватками, які показують на скільки невикористані резерви часу у роботі. У будівництві заведено будівництво по змінах, тому при непарній кількості робіт різниці рівна -1, а непарній -0, для використання запасу трудового ресурсу на 100%.

Результати і обговорення

Для порівняння термінів виконання робіт взято матричну модель [8] (таблиця 1). У таблиці розраховуємо терміни виконання виду робіт, періоди згортання потоків за формулою (2).

Процесів з підвищеним періодом згортання потоків у даній структурі є технологічно однотипними роботами. Для технологічної однотипності земляних робіт і монтажу збірних стрічкових фундаментів призначені екскаватори з подовженою стрілою [7], що дозволяє виконання двох робіт на одній захватці при дотриманні техніки безпеки.

Розрахунок термінів виконання робіт при поточно паралельному способі виконується у матриці ОВРР за формулою (3) (таблиця 3).

Для зменшення періоду згортання потоків паралельним методом виконується перерозподіл запасу трудового ресурсу між двома роботами за варіантами:

Виконання потоково паралельним методом робіт Б+В і Г+Е.

Виконання потоково паралельним методом робіт А+Б і Г+Е.

Виконання робіт А+Б передбачає паралельне виконання робіт в просторі і у різні зміни, а робіт

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку неритмічних потоків

Захватки	Технологічні процеси та тривалості роботи					
	Земляні роботи	Монтаж фундаментів	Монтаж каркасу	Влаштування покриттів	Монтаж технологічного обладнання	Опоряджувальні роботи
	А	Б	В	Г	Е	Д
I	1	10	12	5	10	12
II	3	6	10	6	20	8
III	4	5	6	4	8	18
IV	3	3	8	3	11	9
V	1	2	14	2	17	7
VI	2	4	7	8	12	4
VII	3	1	9	7	16	5
сума	17	31	66	35	94	63
$T_{гг}$	15	45	7	54	5	

До робіт з підвищеним періодом згортання потоків у таблиці 2 вказані технологічно однотипні процеси та способи виконання робіт машинами та бригадами.

Таблиця 2.

Періоди згортання потоків та технологічна однотипність робіт

Послідовність робіт	Тривалості		Розбалансовані (+)	Машини, бригади*
	t_{jm}	$T_j^{гг}$		
А-Б	1	15	+	УМ, СМ, Кб
Б-В	9	45	+	СМ, Фб
В-Г	7	7	-	-
Г-Е	16	54	+	СМ, Фб
Е-Д	5	5	-	-

*Машини – УМ – універсальна ; СМ – спеціальна; бригади – Кб – комплексна; Фб- фахова.

Таблиця 3.

Розподіл терміну виконання робіт у матриці з пріоритетом по виду робіт (матриця ОВРР)

ОВРР			Ранги та тривалість виконання робіт											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	p=12
Види робіт	А	1	1	3	4	3	1	2	3	0	0	0	0	0
	Б	2	0	10	6	5	3	2	4	1	0	0	0	0
	В	3	0	0	12	10	6	8	14	7	9	0	0	0
	Г	4	0	0	0	5	6	4	3	2	8	7	0	0
	Е	5	0	0	0	0	10	20	8	11	17	12	16	0
	Д	n=6	0	0	0	0	0	12	8	18	9	7	4	5

Б+В і Г+Е – у різні зміни. Перерозподіл запасу трудового ресурсу паралельним методом для технологічно однотипних роботах виконано у таблиці 4.

Висновки

Дослідження показали доцільність скорочення терміну виконання робіт інтенсивним методом для технологічно однотипних робіт з підвищеним періодом розгортання і згортання потоків. У даному випадку нові терміни виконання робіт стано-

вуть 130 днів [8], 103 дні (варіант 2) та 111 днів (варіант 3) .

Необхідно провести дослідження для скорочення термінів виконання робіт для декількох процесів та дослідити впровадження даного методу для застосування різнотипних машин в тому числі для технологічно транспортних машин.

Для оптимального спорудження будівлі слід встановити взаємозв'язок запропонованих методів з розрахунком Critical Path Method.

Таблиця 4

Перерозподіл трудового ресурсу у роботах з підвищеним періодом згортання потоків .

ОВР	Варіанти	Фронти і тривалості робіт							Варіант 1				Варіант 2			Варіант 3		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	Вихідні дані				Б+В і Г+Е			А+Б і Г+Е		
									T_j^p	T_j^{zg}	$T_{чп1}$	$\frac{T_1^p}{T_1^{zg}}$	T_6^p	$T_{чп2}$	$\frac{T_2^p}{T_2^{zg}}$	T_1^p	$T_{чп3}$	$\frac{T_3^p}{T_3^{zg}}$
А	1	1	3	4	3	1	2	3	0	15	17	$\frac{0}{17}$	0	17	$\frac{0}{17}$	0	24	$\frac{0}{24}$
	2	1	3	4	3	1	2	3										
	3*	1	6	5	4	2	2	4										
Б	1	10	6	5	3	2	4	1	1	45	31	$\frac{1}{32}$	1	49	$\frac{1}{50}$		24	$\frac{1}{25}$
	2*	10	6	5	3	2	4	1										
	3*	7	5	4	2	2	3	1										
В*	1	12	10	6	8	14	7	9	1	7	66	$\frac{11}{77}$	10	48	$\frac{11}{59}$		66	$\frac{8}{74}$
	2*	9	8	4	5	9	4	9	0									
	3	12	10	6	8	14	7	9										
Г*	1	5	6	4	3	2	8	7	3	64	35	$\frac{49}{84}$	12	59	$\frac{23}{82}$		59	$\frac{28}{87}$
	2**	5	8	12	5	7	12	10	8									
	3**	5	8	12	5	7	12	10										
Е*	1	10	20	8	11	17	12	16	5	5	94	$\frac{54}{148}$	5	70	$\frac{28}{98}$		70	$\frac{33}{103}$
	2**	8	12	6	6	13	9	16										
	3**	8	8	6	6	13	9	16										
Д	1	12	8	18	9	7	4	5	3		63	$\frac{90}{153}$	12	63	$\frac{40}{103}$		63	$\frac{45}{108}$
									9									
									0				40				45	

*1 ** - технологічно об'єднані роботи по варіантах.

Література

1. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Л.:Стройиздат Ленингр. Отд-ние, 1990. – 303 с.
2. Григоровський П.Є., Броневицький А.П., Мурашова О.В., Григоровський А.П. Аналіз світового досвіду та сучасних технічних рішень будівництва швидкоспоруджуваних житлових будинків. Нові технології в будівництві. 2022. № 41. С. 10-20. http://www.ntinbuilding.ndibv.org.ua/archive/2022/41_2022/2.pdf
3. Гуляницький Л. Ф. Прикладні методи комбінаторної оптимізації : навч. посіб. / Л. Ф. Гуляницький, О. Ю. Мулеса. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 33с.). https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/magistr/MDO_pidruchnyk.pdf
4. Визначення тривалості будівництва об'єктів. ДСТУ Б.А.3.1 -22:2013- К.: Мінрегіон України, 2014. – 43 с.(Державний стандарт України).
5. В Ухані завершили будівництво лікарні для пацієнтів з коронавірусом. 2020. https://lb.ua/world/2020/02/02/448778_uhani_zavershili_stroitelstvo.html
6. 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. Зб. наук. пр. - Луцьк: ЛНТУ, 2015.- вип.3.-С. 79-92.
7. Іванейко І. Д., Іванейко М. М., Вишневецький Р. М.. Спорудження збірних фундаментів у складних котлованах//Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Зб. наук.пр. - Луцьк: ЛНТУ, 2017.- вип.8.-С. 53-61.
8. Іванейко І.Д., Олексів Ю.М. Збалансування неритмічних потоків комплексно-механізованими бригадами //Містобудування та територіальне планування. – К.: КДТУБА - 2016. – Випуск №62.- С. 222-227.
9. Мудрий І.І. Порядок та реалізація принципів формування ефективного комплексу стрілових кранів [Текст] / І.І. Мудрий // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 30. – С. 156 – 162. <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-30/23.pdf>
10. Мудрий І. Б. Технології спорудження фундаментів з урахуванням функціонального простору стрілових кранів [Текст] : автореф. Дис. ... канд. Техн. Наук : 05.23.08 / Мудрий Ігор Богданович ; Київ. Нац. Ун-т буд-ва і архіт. – К., 2011. – 20 с. : рис.:
11. Організація будівництва/ С.А.Ушацький, Ю.П.Шейко, Г.М.Тригер та ін.: За редакцією С.А.Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
12. Шумаков І.В. Теоретико-методологічні принципи формування організаційно-технологічних рішень зведення підземної частини цивільних будівель. Автореферат дис. д – ра техн. наук./ І.В. Шумаков. – Харків: ХНУБА. 2015. –35 с.URL: http://aleph.lsl.lviv.ua:8991/F/?func=direct&doc_number=000499960&local_...
13. Шумаков И.В. Оптимизационные тенденции в прогнозировании продолжительности строительства./ И.В.Шумаков, Р.И. Микаутадзе, И.И.Ляхов, // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, 2018. - Т.91. №1 - С.115-121.
14. Hicks S.J., Lawson R.M., Rackham J.W., Fordham P.(Comparative Structure Cost of Modern Commercial Buildings (Sec.Ed.) SCI P137, 85 p.2004. https://www.steelconstruction.info/images/d/df/SCI_P137.pdf
15. Ihor Ivaneiko, Yurii Oleksiv (2022). Optimization of deployment periods of non-rhythmic flow-lines by complex mechanized machines/ Theory and Building Practice/ Vol. 4, № 2, 75-82 <https://doi.org/10.23939/jtbp2022.02.075>
16. Pan J.C. Minimizing tardiness in a two-machine flow-shop / J.C. Pan, J. Chen, C. Chao // Computers & Operations Research. 2002. № 29. Pp. 869–875.
17. Schaller J. Note on minimizing total tardiness in a two-machine flowshop / J. Schaller // Computers & Operations Research. 2005. № 32(12). Pp. 3273–3281.
18. Tadeusz Maj/ Organszacja budowy Warszawa 2007. – 220 p.
19. Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently: Report by National Audit Office, 2005. -29 p.

References

1. Afanasiev V. A. (1990). Flow-line organization of construction. Leningrad [in Russian].URL:http://aleph.lsl.lviv.ua:8991/F/?func=direct&doc_number=000275862&local_base=LSL01.
2. Hrihorovskiy P.Ye. , Bronevitskiy A.P., Murasova O.V., Hrihorovskiy A.P. (2022) Analysis of world experience and modern technical solutions for the construction of rapidly constructed residence buildings."New Technologies in Construction", № 41. P. 10-20. http://www.ntinbuilding.ndibv.org.ua/archive/2022/41_2022/2.pdf
3. Gulyanytskyi L. F. Applied methods of combinatorial optimization: teaching. manual / L. F. Gulyanytskyi, O. Yu. Mulesa. – K.: Kyiv University Publishing and Printing Center, 2016.– 133 p.https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/magistr/MDO_pidruchnyk.pdf
4. Determination of the duration of construction. DSTU B A.3.1-22:2013. National Standard of Ukraine. (2014). Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine [in Ukrainian]. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_a_3_1_22/5-1-0-1109.
5. The construction of a hospital for patients with coronavirus was completed in Wuhan. 2020. https://lb.ua/world/2020/02/02/448778_uhani_zavershili_stroitelstvo.html
6. Ivaneiko I.D., Mudryi I.B., Oleksiv Y.M. (2015). Forming and efficiency of technological design solutions of strip foundations erected from the pit. Modern technologies and methods of calculations in construction, 3, 79-92 [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stmrb_2015_3_14
7. Ivaneiko I. D., Ivaneiko M. M., Vyshnevetsky R. M. (2021). Construction of prefabricated foundations in complex excavation sites. Modern technologies and methods of calculations in construction, 16, 53–61 [in Ukrainian]. DOI:

[https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6\(16\)-07](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2021-6(16)-07).

8. Ivaneiko I.D., Oleksiv Y.M. (2016). Balancing non-rhythmic flow-lines by complex mechanized brigades. *Urban development and spatial planning*, 62, 222-227 [in Ukrainian]. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2017_62%281%29_34
9. Mudryy I. (2017). Procedure and principles realization of jib crane effective set formation. *Management of Development of Complex Systems*, 30, 156–162. URL: <http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-30/23.pdf>.
10. Mudryy I. (2011). *Technology of the foundation with regard to functional space. (Ph. D. dissertation abstract) [in Ukrainian]*. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN
11. Ushatsky S. A., Sheiko Y. P., Triger G. M. (2007). *Organization of construction [in Ukrainian]*. URL: <https://www.yakaboo.ua/ua/organizacija-budivnictva.html>.
12. Shumakov I. V. (2015). *Theoretical and methodological principles of the formation of organizational and technological solutions for the construction of the underground part of civil buildings (Doctoral dissertation abstract) [in Ukrainian]*.
13. Shumakov I. V., Mikautadze, R. I., & Lyakhov, I. I. (2018). *Optimization Trends in Forecasting the Duration of Construction. Scientific Bulletin of Civil Engineering*, 91(1), 115-121 [in Russian]. DOI: 10.29295/2311-7257-2018-91-1-115-121
14. Hicks S.J., Lawson R.M., Rackham J.W., Fordham P. (Comparative Structure Cost of Modern Commercial Buildings (Sec.Ed.) SCI P137, 85 p.2004. https://www.steelconstruction.info/images/d/df/SCI_P137.pdf
15. Ihor Ivaneiko, Yuri Oleksiv (2022). Optimization of deployment periods of non-rhythmic flow-lines by complex mechanized machines/ *Theory and Building Practice/ Vol. 4, № 2, 75-82* <https://doi.org/10.23939/jtbp2022.02.075>
16. Chao-Hsien Pan J., Chen J.-Sh., Chao Ch.-M. (2002). Minimizing tardiness in a two-machine flow-shop. *Computers & Operations Research*, 29, 869–875. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(00\)00090-3](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(00)00090-3).
17. Schaller J. (2005). Note on minimizing total tardiness in a two-machine flowshop. *Computers & Operations Research*. 32(12), 3273-3281. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.05.012>.
18. Maj T. (2007). *Organizacja budowy. Warszawa*. URL: <https://books.google.pl/books?id=jO-GGbZsFEsC&printsec=copyright&hl=pl#v=onepage&q&f=false>.
19. *Using modern methods of construction to build homes more quickly and efficiently: Report by National Audit Office, 2005. -29 p.*

¹ I. D. Ivaneiko, Ph.D., associate professor of the Department of Construction Production, Orcid: 0000-0002-8873-6930;

² O.A. Tugai, Ph.D., professor of the department of construction organization and management Orcid: 0000-0001-6255-3119;

³ O.V. Dubynka, Ph.D., Associate Professor of the Department of Organization and Construction Management, Orcid: 0000-0002-1616-3280 ;

⁴ M. M. Ivaneiko, graduate student of the Department of Construction Production, Orcid: 0000-0002-5390-0446;

⁵ V.M. Oilynyk, graduate student of the Department of Organization and Construction Management.

^{1,4} Lviv Polytechnic National University, Lviv

^{2,3,5} Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.

STUDY OF THE FLOW COLLECTION PERIOD INFLUENCE ON THE REDISTRIBUTION OF UNUSED LABOR RESOURCES IN NON-RHYTHMIC WORKS.

Abstract. *The article proposes to reduce the duration of non-rhythmic flow works on technologically identical processes by using unused labor resources on works with an increased flow curtailment period on interdependent grippers.*

In non-rhythmic flow construction, there are processes with a reserve of unused labor resources on jobs and grabs, which affect the duration of work (the period of deployment of flows). The analysis of non-rhythmic works showed that they have works with a period of curtailment of flows greater than the smallest value and they have a reserve of unused labor resources, but do not affect the terms of execution of works. Previous work with an increased flow deployment period has shown that redistributing work volumes between two jobs shortens the duration of work. In previous studies, the redistribution of volume between these two works has an abstract nature without determining the technological homogeneity of the two works. Performed preliminary studies showed that interdependent grabs for parallel work are determined by a rank matrix with priority on the OVR front. The redistribution of non-rhythmic work volumes is forged in it into technologically identical types of work sections.

For processes with an increased period of curtailment of flows, it is proposed to balance two jobs by a parallel method of performing work on technologically identical jobs without using additional labor resources.

Optimization methods for shortening the construction period involve the use of parallel methods on two technologically identical works with an increased period of curtailment of the flow. The example shows the balancing of two works by using special and universal (excavator) machines with specialized specialists or complex crews. Technical and economic indicators were determined for the performed optimization.

Key words: *energy-saving technologies of building construction, resource-saving technologies, balanced systems of deployment periods and collapse of flows, optimization of flows, serial-parallel method, variant design, technologically similar works, rank matrix with priority on the work front.*

УДК 69.04

¹ **О.М. Проценко**, старший викладач кафедри цифрового моделювання та графіки, <https://orcid.org/0000-0002-2478-4781>

² **В.В. Герасименко**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри цифрового моделювання та графіки, <https://orcid.org/0000-0002-7874-1322>

³ **В.П. Сопов**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри матеріалознавства та інженерії композитних конструкцій, <https://orcid.org/0000-0002-1908-0421>

1,2,3 Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЯК КАТАЛІЗАТОР ТРАНСФОРМАЦІЙ У СИСТЕМІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Анотація. Неминучість переходу архітектурно-будівельної діяльності в Україні на BIM-технології в процесах проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд обумовлюється низкою причин: все більш широке застосування засобів доповненої віртуальної реальності, необхідність створення єдиної інформаційної платформи, поширення моніторингу оцінки і аналізу стану конструкцій та систем життєзабезпечення. Аналіз поточного розвитку оцифрування показав необхідність взаємодії всіх ланок керування об'єктами капітального будівництва. На рівні державних органів керування перехід до оцифрування проводиться за рахунок ведення електронного документообігу та видачі дозвільних документів на будівництво в електронному вигляді. Замовник повинен за допомогою оцифрування проектних і будівельних робіт бачити поточний стан справ на кожному етапі будівництва. Генеральний підрядник зацікавлений у моніторингу роботи підрядних організацій та зниженні матеріальних витрат. Проектна організація, що розробляє єдину цифрову інформаційну модель будинку, спрощує процеси створення креслеників, специфікацій і виправлення помилок суміжних відділів. Оцифрування провадження робіт дозволить прискорити процеси контролю постачання вантажів, роботи виконавців і механізмів, полегшить ведення журналів робіт і виконавчої документації, призведе до поліпшеної взаємодії учасників. Показано, що основними перешкодами розповсюдження цифрових технологій у будівництві є недостатня інформованість щодо ефективності BIM технологій, відсутність досвіду проектування і будівництва в інформаційному середовищі, непевність у взаємодії всіх учасників на різних рівнях керування об'єктами капітального будівництва, матеріальні труднощі, які пов'язані з навчанням працівників, технічним поліпшенням обладнання, покупкою нових програмних продуктів, побоювання розпорошення конфіденційної інформації із хмарних сховищ та ін. Швидке та ефективне відновлення порушеної війною інфраструктури держави, сталий розвиток економіки сьогоденні немислиме без цифрової трансформації будівельної галузі та втілення BIM-технологій.

Ключові слова: інформаційна модель, капітальне будівництво, цифрове моделювання, проектування, будівництво, моніторинг.

Вступ

Ще на початку військових дій з боку Російської Федерації стало зрозуміло, що зруйновану та пошкоджену забудову міст України відновити звичайними засобами та в найкоротший часовий проміжок буде неймовірно складно. На часі кардинальні та термінові зміни та пошук розв'язання таких питань, як відновлення зруйнованого житла та інфраструктури на великій частині території нашої держави. Рішення цієї складної задачі підкріплюється і державною політикою. На цей час можна виділити основний нормативно-законодавчий документ, який віддзеркалює ключові моменти напрямку інноваційного та цифрового розвитку країни, а саме, Кабінет Міністрів України ще 17 лютого 2021 року затвердив Концепцію впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій) в Україні, яка передбачає «поетапний перехід, починаючи з 2020 по 2035 рік до проектування з обов'язковим використанням BIM-технологій об'єктів державного фінансування» [1], що надає можливість подавати на затвердження та експертизу проекти

будівництва у паперовій та електронній формі. BIM-технології — це новий підхід до управління цифровою інформацією у будівельній галузі, який дозволяє віртуально відтворити об'єкт, що проектується, ще до початку його будівництва. Він дає змогу підвищити безпеку та надійність будівель і споруд, контролювати якість та швидкість будівельних робіт, суттєво знизити ймовірність помилок у проектах, зменшити вартість будівництва та оптимізувати витрати на стадії експлуатації

Тому очевидною стає задача якнайшвидших кардинальних змін у всій будівельній галузі, а також і в системі профільної вищої та спеціальної освіти, яка повинна стати максимально спроможною до підготовки спеціалістів відповідного рівня якості та у необхідній кількості.

Період часу, що передував початку військових дій на території нашої держави, вже підготував підвалини принципово нового підходу до переходу всіх стадій проектування та будівельного менеджменту на рейки BIM. Але, як і будь-яка інновація та напрямки у бік кардинальних змін системи проектування,

цей шлях здавався дуже довгим та складним. Проблема підготовки необхідних кадрів, що в достатній мірі будуть спроможні виконувати завдання з цифрового моделювання, гальмувалась недостатньою кількістю матеріального фонду в закладах освіти та порівняно невеликою кількістю справжніх спеціалістів в цієї галузі. Величезний запит на цифрове проектування від будівельних фірм інших країн не можна було порівняти із великими сумнівами вітчизняних будівельних компаній щодо явного подорожчання, на їх власну думку, собівартості створення та супроводу проектної документації засобами ВІМ.

В більшості країн світу будівельна галузь займає близько 9-12 % (2,6 % в Україні) від валового внутрішнього продукту, забезпечує зайнятість трудового населення та виступає сполучною ланкою між різними галузями промисловості та економіки [2]. Однак частка процесів із застосуванням цифрових технологій у будівельній галузі менше, ніж в інших сферах економічної складової, таких як торгівля, автомобілебудування, банківський сектор і державне керування.

Аналіз літературних джерел за тематикою дослідження показав, що причинами, що перешкоджають розвитку цифрових технологій у будівельній галузі, є недостатня інформованість щодо ефективності ВІМ технологій, відсутність досвіду проектування і будівництва в інформаційному середовищі, непевність у взаємодії всіх учасників на різних рівнях керування об'єктами капітального будівництва, матеріальні труднощі, які пов'язані з навчанням працівників, технічним поліпшенням обладнання, покупкою нових програмних продуктів, побоювання розпорошення конфіденційної інформації із хмарних сховищ та ін. [3-7].

Мета даного дослідження – обґрунтувати та проілюструвати ефективність впровадження цифрових технологій на всіх рівнях керування об'єктами капітального будівництва.

У будівництві під оцифровуванням мається на увазі створення єдиного інформаційного простору на всіх стадіях починаючи з етапу проектування й до введення в експлуатацію об'єктів капітального будівництва з урахуванням усіх основних та супутніх процедур. До перспективних напрямків цифрової трансформації будівельної галузі можна віднести не тільки технологію інформаційного моделювання (ВІМ), а й 3D-друк матеріалів і конструкцій, технологію доповненої віртуальної реальності, застосування робототехніки.

ВІМ будинків і споруд дозволяє створити «цифрового двійника» проєктованого або існуючого будинку з повним комплектом даних об'єктів і матеріалів в електронному вигляді на всіх етапах: виділення земельних ділянок, виконання інженерних вишукувань, здійснення архітектурно-будівельного проектування, будівництва, реконструкції, капітального ремонту, експлуатації та (або) знесення об'єкта капітального будівництва [8, 9]. Відповідно, ВІМ здійснюється при одночасному застосуванні систем автоматизованого 3D-проектуювання та методів комп'ютерної підтримки життєвого циклу будівлі (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – CALS) [10].

3D-друк будівельних матеріалів необхідної форми з використанням комп'ютерних моделей засновано на адитивній технології, тобто на процесі

пошарового накладання пластично-в'язкої сировини (бетонної суміші) або спікання порошоків (піщани суміші, композити, сплави, полімери та ін.) до моменту утворення об'єкта, що виробляється [11]. Найпоширенішим матеріалом для будівельного 3D-друку є бетонна суміш (рис. 1), однак також популярність набирає виготовлення виробів зі склопластику та сталі. На сьогодні також поширюється виготовлення склоармованих бетонних виробів [12].



Рис. 1 Будівельний 3D-друк за допомогою бетонної суміші

Застосування засобів доповненої віртуальної реальності (AR і VR) розкриває можливості наочного огляду об'єктів, що знаходяться на стадіях проектування та зведення [13]. Актуальне застосування дана технологія знаходить у контролюванні процесу будівництва. Інженер з будівельного контролю, за наявності VR-окулярів, що мають вбудований GPS-приймач, у режимі реального часу обходить будівельний майданчик та аналізує накладені системою проектні дані на реальне зображення встановленої конструкції або частини інженерної мережі [14].

Набирає оберти використання та застосування робототехніки в будівництві. Застосування роботів, які працюють разом з людиною при проведенні будівельних робіт, прискорює та покращує якість виконання технологічних процесів [15]. Для моніторингу відповідності результатів будівництва об'єктів на майданчиках до проектних рішень зараз все більш використовуються повітряні безпілотні літальні апарати [16].

Технологію інформаційного моделювання було обрано основним методом трансформації будівельної галузі, переваги якої підтверджено на підставі опитування великої кількості провідних проектних і будівельних організацій. Розподіл функцій управління в умовах нової цифрової економіки було вивчено на основі соціальної піраміди взаємодії Толкотта Парсонса.

Основна частина

У будівництві, як і в інших галузях, незалежно від кількості рівнів керування, згідно з пірамідою Парсонса (рис. 2), можна виділити три види керування: інституціональний, управлінський та технічний [17].

На технічному рівні відповідальні особи займаються операціями, що забезпечують безпосереднє виробництво готового продукту. У будівництві до такого виду можна віднести керування при виконанні інженерних вишукувань, при проектуванні, проведенні будівельних робіт та технічній експлуатації будівель і споруд.



Рис. 2 Піраміда керування будівельними процесами

На управлінському рівні головною особливістю є координація, узгодження всіх видів робіт технічного рівня. Керівники інституціональних рівнів розробляють масштабні та довгострокові плани усередині галузі, забезпечують взаємодію з іншими галузями народного господарства. У результаті усвідомлене виконання локальних функцій працівника (керівника) кожного рівня та злагоджена взаємодія з іншими рівнями забезпечує виконання поставлених цілей.

На рівні органів державної влади перспективним напрямком розвитку оцифровування є створення єдиної інформаційної платформи, яка в автоматичному режимі дозволить користувачу (учаснику інвестиційно-будівельного процесу) в особистому кабінеті заповнити заяву, прикріпити необхідні документи та одержати дозволи на виділення земельної ділянки, на будівництво, на введення об'єкта в експлуатацію з часовим відстеженням процесів, що упорядковані законом.

Підґрунтям інформаційної платформи повинна бути сформована база актуальних і докладних даних про земельні ділянки, санітарні зони, наявну проекцію та виконавчу документацію у вигляді інформаційної моделі будинку, державні експертизи, технічні умови та інші документи, що регламентують будівництво.

Сполучення даних тривимірного рельєфу міського середовища з існуючими штучними спорудженнями та розташованими на ньому інформаційними моделями будинків створює графічну базу проекту [18] і дозволяє ефективно керувати міськими ресурсами та підвищити якість життя громадян.

Частою проблемою, яка виникає у замовника при класичному керуванні будівництвом, є неінформованість про провадження робіт з реалізації проекту. Саме замовник зацікавлений у дотриманні терміну здачі об'єкта і повинен бути ініціатором ведення будівельних процесів за допомогою інформаційних технологій. Використання цифрових програм керування та сервісів хмарового сховища файлів проекту, програм календарного планування допоможе замовнику бачити поточний стан справ на майданчику та виконувати оцінку шляхів вирішення проблем, що сповільнюють здачу об'єкта в призначений термін [19].

Споконвічна необхідність проведення проектних і будівельних робіт у цифровому форматі повинна бути відображена в технічному завданні та інформаційних вимогах замовника (рис. 3), що описують правила надання інформації із ключових етапів проекту та містять технічні, організаційно-управ-

лінські та комерційно-правові аспекти [20]. Реалізація цих вимог забезпечується за рахунок дотримання нормативно-технічних документів, використання сучасних архітектурних і конструктивних рішень, енергоефективних матеріалів і устаткування з використанням цифрових технологій.

Для генеральних підрядників оцифровування дозволяє побудувати зовсім нові бізнесмоделі, що дає ряд переваг [21]:

- зниження ризиків при виборі підрядних організацій, які виконують капітальне будівництво, контроль за виконанням договірних зобов'язань;
- наповнення інформаційної моделі, електронний документообіг з підрядниками та іншими учасниками інвестиційнобудівельного процесу;

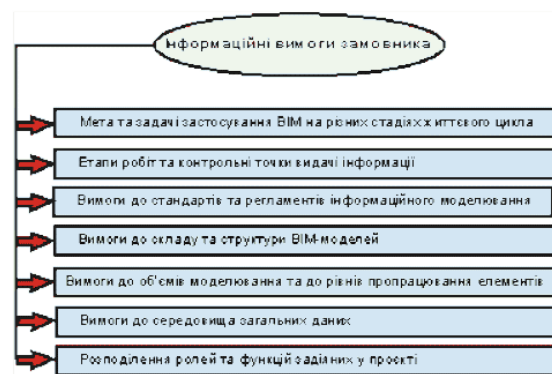


Рис. 3 Інформаційні вимоги замовника до здійснення BIM-проекту

- замовлення будівельних матеріалів безпосередньо з BIM-моделей, що надає можливість інтегрувати цифрові технології в існуючі системи закупівель і залучити до роботи з інформаційними моделями велику кількість постачальників, у тому числі представників малого бізнесу [22];

- одержання аналітики по підрядниках, у тому числі з урахуванням виконання ними контрактів інших замовників;
- зниження витрат за рахунок своєчасного виконання контрактів, моніторингу за ходом будівництва.

Базовим документом, що визначає об'єкт капітального будівництва та усі його характеристики, є проектна документація. Реалізація проекту із застосуванням BIM – це більш ефективна альтернатива традиційному способу реалізації проекту. Створена модель є не тільки об'ємним виразом двовимірного кресленника та геометричних даних будівлі, вона має додаткову інформацію про всі процеси архітектурного й конструктивного проектування, розрахунки конструкцій, провадження робіт (4D), матеріальні витрати (5D) і моніторинг технічного стану будинку (6D) [23].

Впровадження BIM на рівні проектної організації дозволяє:

- використовувати вихідні дані на проектування об'єкта капітального будівництва безпосередньо з інформаційної платформи;
- підвищити наочність і якість проекту за рахунок об'ємного моделювання, віртуальної повної реальності [24];
- в автоматичному режимі одержати кресле-

ник та специфікації з єдиної інформаційної моделі (рис. 4) [25];

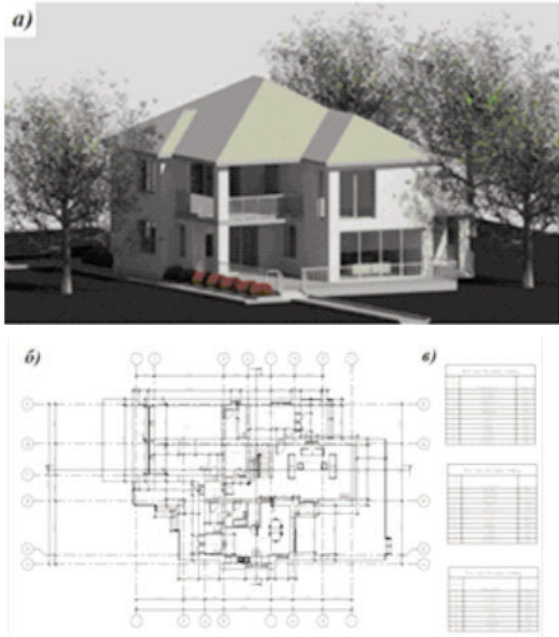


Рис. 4 Одержання необхідної документації з єдиної моделі будівлі:
а – інформаційна модель; б – план типового по-верху; в – специфікація приміщень

- за допомогою середовища загальних даних одночасно проектувати всі розділи робочої документації, у тому числі проект організації будівництва, проект провадження робіт і кошторисну документацію;
- провадити проектування територіально віддаленими колективами;
- відслідковувати внесення змін за допомогою координування, оперативно усувати просторові колізії до реалізації моделі на будівельному майданчику.

– використовувати єдину бібліотеку готових рішень у вигляді розроблених сімейств елементів (рис. 5);
При класичній схемі розробки документації основним розробником документації є проектувальник окремої спеціалізації. Застосування BIM у будівельній організації ґрунтується на іншій моделі, першою ланкою команди є розробник сімейств різних елементів будівлі, а проектувальник вже збирає наявні сімейства в єдину модель конкретного розділу, яку разом з іншими моделями з'єднує BIM-координатор, знаходячи невідповідності у перетинанні елементів різних розділів. Керує всім процесом створення моделі BIM-менеджер за допомогою системи хмарних даних. Схему керування та взаємодії проектної організації за допомогою BIM подано на рис. 6.

Інструментів для створення інформаційної моделі проектування досить багато. Серед них можна відокремити найпоширеніші на державному ринку Autodesk Revit, Renga Software, Tekla Structures, ANSYS, ABAQUS, Navisworks, Synchro Pro і інші [26 - 27]. Однак немає таких, які б охопили весь процес розробки проектної документації. Щоб полегшити взаємодію різних програм між собою і зниження втрати інформації під час передачі з одного додатка до іншого, був створений єдиний формат даних Industry Foundation Classes (IFC).

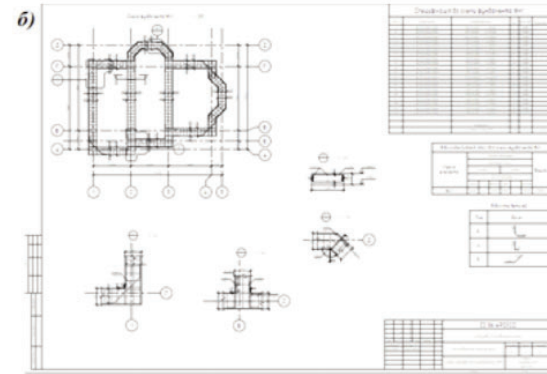
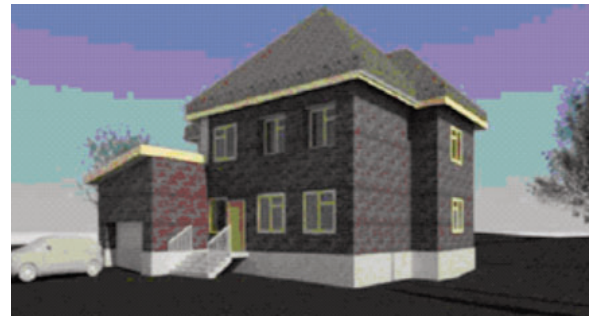


Рис. 5. Армування фундаментного поясу з використанням єдиної бібліотеки готових розв'язків у вигляді розроблених сімейств елементів (стрижнів та деталей)
а – інформаційна модель; б – план фундаменту та специфікація виробів для армування

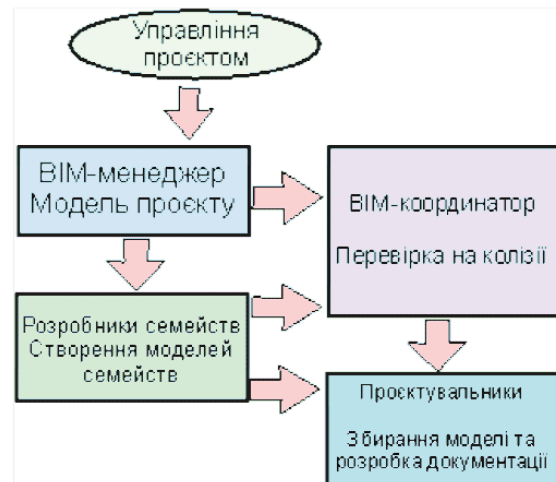


Рис. 6 – Схema керування команди при розробці проектної документації за допомогою BIM-моделювання

Інструментів для створення інформаційної моделі проектування досить багато. Серед них можна відокремити найпоширеніші на державному ринку Autodesk Revit, Renga Software, Tekla Structures, ANSYS, ABAQUS, Navisworks, Synchro Pro і інші [26 - 27]. Однак немає таких, які б охопили весь процес розробки проектної документації. Щоб полегшити взаємодію різних програм між собою і зниження втрати інформації під час передачі з одного додатка до іншого, був створений єдиний формат даних Industry Foundation Classes (IFC).

Заводи-виробники будівельних конструкцій та виробів переходять на якісно новий етап за рахунок

оснащення сучасними технологіями з автоматизованим керуванням процесами виробництва. Наприклад, з конструктивної інформаційної моделі стінової панелі в програмі для верстатів із числовим програмним керуванням генеруються технологічна карта та добові завдання на виробництво даної панелі (рис. 7).

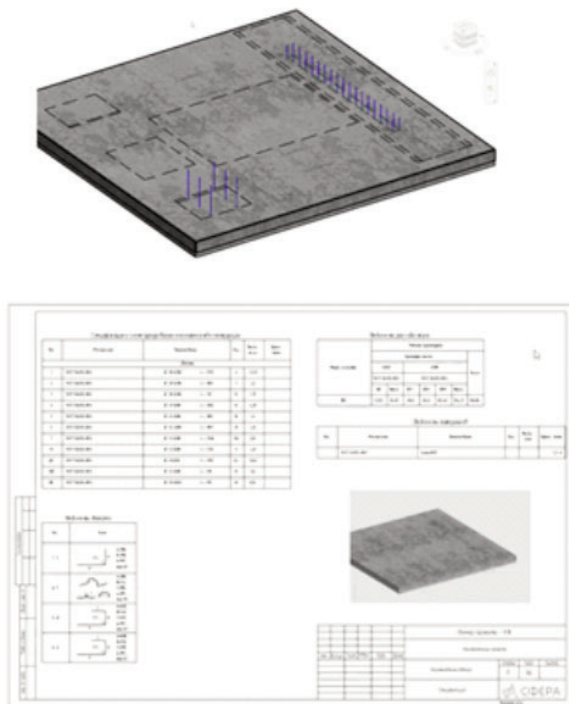


Рис. 7 – Конструкційна інформаційна модель стінової залізобетонної панелі (середовище REVIT):
а – 3D-вид, б – складальне креслення

Встановлення бортооснащення на піддони, розмітка місць пустоутворювачів, монтажних петель, закладних деталей та прихованої електропроводки виконується на підґрунті інформації габаритних розмірів моделі та відкритої бібліотеки типових арматурних елементів, вузлів з'єднань і закладних деталей (рис. 8).

Збирання арматурних каркасів з окремих стрижнів різних класів і діаметрів, робота автоматизованого бетоноукладача виконуються в суворій відповідності із специфікаціями на конкретний виріб. Це дозволяє знизити відходи виробничого процесу за рахунок розуміння точної кількості та розмірів арматурних елементів для армування.

Після виконання добової програми виробництва та відвантаження виробів на будівельний майданчик усі необхідні дані передаються в програму, яка враховує зменшення складських запасів матеріалів і прогнозує терміни необхідного поповнення витратних матеріалів (цемент, пісок, щебінь, хімічні та мінеральні добавки, арматура й ін.).

У найменший ступінь процеси оцифрування торкнулися проведення будівельних робіт. При потраплянні вантажів на будівельний майданчик паспорти та сертифікати від постачальників найчастіше не приходять одразу з матеріалом, виконавці робіт фіксують виконання робіт у записних книжках, завдання працівникам видаються за місцем виконання цих робіт.

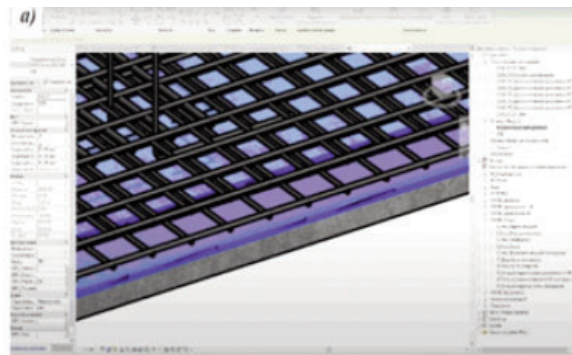


Рис. 8 – Армування залізобетонної панелі:
а – візуалізація армування в REVIT;
б – армування форми на виробництві.

Пізніше вручну заповнюються журнали робіт та акти засвідчення прихованих робіт, витрачається багато часу та зусиль. Виконавча документація переважно виконується вручну, за етапами виконання робіт, внаслідок чого зміни проекту виробництва, що виникли в процесі проведення робіт, потрапляють до проектної організації значно пізніше в паперовому вигляді. Грамотне та поетапне оцифрування всіх процесів, що виконуються на будівельному майданчику, дозволить ліквідувати дані проблеми.

Попереднє створення інформаційної моделі будівельно-монтажних робіт на будівельному майданчику можливо при вирішенні наступних задач:

- контроль доставки та складування вантажів на будівельному майданчику;
- контроль руху виконавців і машин по об'єкту будівництва з допомогою датчиків передачі геодахних;
- контроль термінів, обсягів і якості будівництва [28];
- ведення виконавчої документації в електронному вигляді;
- автоматизований будівельний контроль за допомогою VR-технологій;
- дистанційна діагностика машин та механізмів;
- дистанційне обслуговування інженерного обладнання будинку;
- перехід від продажу до сервісної моделі, згідно з якою оплачується результат роботи та фактичне використання будівельного обладнання та техніки.

Мобільні технології змінили будівельну індустрію декількома способами. Для будівельних підприємств однією з найголовніших зручностей є

поліпшення керування проектами. Використовуючи смартфони та планшети, усі зацікавлені сторони можуть працювати разом, використовуючи ті самі консолідовані джерела інформації, гарантуючи, що ніхто не залишиться осторонь, незалежно від того, де вони перебувають. На сьогоднішній момент існують розробки програмних продуктів, що значно спрощують процес провадження робіт.

Приклад такого продукту – додаток Plan Radar, з яким виконавець робіт, не маючи бути присутнім на ділянці, за допомогою мобільного пристрою може в будь-який момент відобразити актуальні робочі кресленики, вести журнал робіт із чеклистами, поставити завдання робітнику у вигляді мітки на плані з коментарями та фотографіями. Мобільний сервіс Rukki про надає можливість оренди спецтехніки та устаткування, а також виконання логістичних послуг і деяких видів будівельних робіт.

Висновки

Аналіз існуючих проблем, що є перешкодою на шляху розвитку цифрових технологій дає розуміння про неповну інформованість учасників будівельного процесу щодо сутності і ефективності використання запроєктованої інформаційної моделі та про правильну взаємодію на різних рівнях керування об'єктами капітального будівництва.

Застосування сучасних цифрових технологій, таких як BIM, 3D-друк, доповнена віртуальна реальність, робототехніка на стадіях проектування та будівництва дозволить прискорити зведення, зменшити трудові та матеріальні витрати на всіх стадіях життєвого циклу будівельних об'єктів. При цьому правильна взаємодія закладів професійної освіти, проектних організацій та всіх учасників будівельного процесу на різних рівнях керування дозволить досягти максимального ефекту від цифрової трансформації.

Література

1. Кабінет Міністрів України. Концепція впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM-технології) в Україні. 17.02.2021 URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/cifrova-transformaciya-teper-i-v-budivnictvi/>
2. Dixit S., Mandal S.N., Sawhney A., Singh S. Relationship between skill development and productivity in construction sector: a literature review. *Int. J. Civ. Eng. Technol.* 2017. Vol. 8 (8) Pp. 649-665. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36.
3. Ключко А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва. Інформаційні технології проектування. 2021. №48. С. 61-68. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68>.
4. Gerrish T., Ruikar K., Cook M., Johnson M., Phillip M., Lowry C. BIM application to building energy performance visualization and management: challenges and potential. *Energy Build.* 2017. Vol. 144. Pp. 218-228. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.032>.
5. Anton L.A., Diaz J. Integration of life cycle assessment in a BIM environment. *Procedia Eng.* 2014. Vol. 85. Pp. 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.525>.
6. Durdyev S., Mbachu J., Thumell D., Zhao L., Hosseini M.R. BIM adoption in the Cambodian construction industry: key drivers and barriers. *ISPRS Int. J. Geoinf.* 2021. Vol. 10. 215. <https://doi.org/10.3390/ijgi10040215>.
7. Jang R., Collinge W., Improving BIM asset and facilities management processes: a Mechanical and Electrical (M&E) contractor perspective. *J. Build. Eng.* 2020. Vol. 32. 101540. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101540>.
8. Ahmed S. Barriers to implementation of building information modeling (BIM) to the construction industry: a review. *J. Civil Eng. Construct.* 2018. Vol. 7. Pp. 107-113. <https://doi.org/10.32732/jcec.2018.7.2.107>.
9. Sun C., Jiang S., Skibniewski M.J., Man Q., Shen L., A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry. *Technol. Econ. Dev. Econ.* 2017. Vol. 23. Pp. 764-779. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1087071>.
10. Tytok V., Bolila N., Ryzhakov D., Pokolenko V., Fedun I. CALS–Technology as a Basis of Creating Modules for Assessment of Construction Products Quality, Regulation of Organizational, Technological and Business Processes of Stakeholders of Construction Industry Under the Conditions of Cyclical and Seasonal Variations. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering.* 2021. Vol. 10, No 1. Pp. 271-276. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2021/381012021>.
11. Classen M., Ungermann, J., Sharma R. Additive Manufacturing of Reinforced Concrete –Development of a 3D Printing Technology for Cementitious Composites with Metallic Reinforcement. *Appl. Sci.* 2020. No 10. Pp. 3791. <https://doi.org/10.3390/app10113791>.
12. Upendra Varma A., Kumar A.D. Glass Fiber Reinforced Concrete. *Journal of Engineering Research and Applications.* 2013. Vol. 3., Issue 5. pp.1914-1918. https://www.ijera.com/papers/Vol3_issue5/LE3519141918.pdf
13. Rebbani Z., Azougagh D., Bahatti L., Bouattane O. Definitions and Applications of Augmented/Virtual Reality: A Survey. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research.* 2021. Vol. 9. No 3. Pp. 279-285. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2021/21932021>.
14. Mak L., Tang F. W. F., Li C. H., Lee G. T. W., Chiu W. H. A Review on Development and Application of Virtual Reality (VR) Training Platform for Testing, Inspection and Certification Industry. *International Journal of Information and Education Technology.* 2020. 10(12). Pp. 926-931. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.12.1480>.
15. Reinhardt D., Haeusler M.H., London K., Loke L., Feng Y., Barata E.D.O. Investigating the potential of collaborative robotics for subject matter experts // *International Journal of Architectural Computing.* 2020. Vol. 18(4). Pp. 353-370. <https://doi.org/10.1177/1478077120948742>.
16. Molina, A.A.; Huang, Y.; Jiang, Y. A Review of Unmanned Aerial Vehicle Applications in Construction Management: 2016–2021. *Standards* 2023, 3, Pp. 95–109. <https://doi.org/10.3390/standards3020009>.
17. Dixit S., Mandal S.N., Sawhney A., Singh S. Relationship between skill development and productivity in construction sector: a literature review. *Int. J. Civ. Eng. Technol.* 2017. Vol. 8 (8) Pp. 649-665. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36
18. Ellmers G. The graphic design project: employing structured and critical reflection to guide student learning. *Communication Design.* 2015. Vol. 3. Issue 1. Pp. 62-79. <https://doi.org/10.1080/20557132.2015.1057376>
19. Іртішцева І. О., Сенкевич О. Ф. Цифрова трансформація регіонів України: об'єктивна необхідність, принципи

- цифрового розвитку та особливості регулювання. *Регіональна економіка*. 2020. №1 (95). С. 14–21. <https://doi.org/10.36818/1562-0905-2020-1-2>.
20. Волосюк М.А., Проценко О.М., Герасименко В.В. Цифрова економіка в будівництві. *Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Європейський вектор модернізації економіки: креативність, прозорість та сталий розвиток»*. (27-28 травня 2020р.). Тези доповідей. Харків: ХНУБА, 2020. С. 45-47.
21. Жекало Г. І. Цифрова економіка України: проблеми та перспективи розвитку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Вип. 26, ч. 1. 2019. URL: http://www.visnyk-ecopot.uzhnu.uz.ua/archive/26_1_2019ua/12.pdf.
22. Іртищева І. О., Крамаренко І. С., Іртищев О. С., Гарагуля А. В., Ставицов Р. В. Цифрова економіка в Україні: виклики сьогодення та завдання управління. *Ефективна економіка*. 2020. № 7. URL: <http://www.econotom.nauka.com.ua/?op=1&z=8074>.
23. Tallgren M.V., Roupř M., Johansson M. 4D modelling using virtual collaborative planning and scheduling // *Journal of Information Technology in Construction (Itcon)*. 2020. Vol. 26. Pp. 763-782. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.042>
24. Nielson, GM, Volume Modelling. In: M. Chen et al. (eds.). *Volume Graphics*, Springer, 2000; 29-48. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0737-8_2
25. Borrmann A., Kunig M., Koch C., Beetz J. *Building Information Modeling: Why? What? How? Building Information Modeling*. Springer, Cham. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_1
26. Prasad P., Sharma P. *Information Technology in modern World*. IJARIE. 2019. Vol. 5. Issue 1. Pp. 858-861. https://www.researchgate.net/publication/343481196_INFORMATION_TECHNOLOGY_IN_MODERN_WORLD
27. Shick Alshabab M., Petrichenko M., Vysotskiy A., Khalil T. BIM-based Quantity Takeoff in Autodesk Revit and Navis-works Manage. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. Vol. 70. Pp. 413-421. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36.
28. Sacks R., Eastman C. M., Lee G. Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete. *Automation in Construction*. 2004, Vol. 13. Issue 3, Pp. 291-312. [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(03\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(03)00043-8).

References

- Cabinet of Ministers of Ukraine. Concept of implementation of building information modeling technologies (BIM technologies) in Ukraine. 02/17/2021 URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/news/cifrova-transformaciya-teper-i-v-budivnictvi/>
- Dixit S., Mandal S.N., Sawhney A., Singh S. Relationship between skill development and productivity in construction sector: a literature review. *Int. J. Civ. Eng. Technol.* 2017. Vol. 8 (8) Pp. 649-665. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36.
- Klochko A. Digital technologies in the field of architecture and construction. *Design information technologies*. 2021. №48. Pp. 61-68. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68>.
- Gerrish T., Ruikar K., Cook M., Johnson M., Phillip M., Lowry C. BIM application to building energy performance visualization and management: challenges and potential. *Energy Build.* 2017. Vol. 144. Pp. 218-228. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.032>.
- Anton L.A., Diaz J. Integration of life cycle assessment in a BIM environment. *Procedia Eng.* 2014. Vol. 85. Pp. 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.525>.
- Durdyev S., Mbachu J., Thurnell D., Zhao L., Hosseini M.R. BIM adoption in the Cambodian construction industry: key drivers and barriers. *ISPRS Int. J. Geoinf.* 2021. Vol. 10. 215. <https://doi.org/10.3390/ijgi10040215>.
- Jang R., Collinge W., Improving BIM asset and facilities management processes: a Mechanical and Electrical (M&E) contractor perspective. *J. Build. Eng.* 2020. Vol. 32. 101540. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101540>.
- Ahmed S. Barriers to implementation of building information modeling (BIM) to the construction industry: a review. *J. Civil Eng. Construct.* 2018. Vol. 7. Pp. 107-113. <https://doi.org/10.32732/jcec.2018.7.2.107>.
- Sun C., Jiang S., Skibniewski M.J., Man Q., Shen L., A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry. *Technol. Econ. Dev. Econ.* 2017. Vol. 23. Pp. 764-779. <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1087071>.
- Tytok V., Bolila N., Ryzhakov D., Pokolenko V., Fedun I. CALS–Technology as a Basis of Creating Modules for Assessment of Construction Products Quality, Regulation of Organizational, Technological and Business Processes of Stakeholders of Construction Industry Under the Conditions of Cyclical and Seasonal Variations. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2021. Vol. 10, No 1. Pp. 271-276. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2021/381012021>.
- Classen M., Ungermann, J., Sharma R. Additive Manufacturing of Reinforced Concrete –Development of a 3D Printing Technology for Cementitious Composites with Metallic Reinforcement. *Appl. Sci.* 2020. No 10. Pp. 3791. <https://doi.org/10.3390/app10113791>.
- Upendra Varma A., Kumar A.D. Glass Fiber Reinforced Concrete. *Journal of Engineering Research and Applications*. 2013. Vol. 3., Issue 5. pp.1914-1918. https://www.ijera.com/papers/Vol3_issue5/LE3519141918.pdf
- Rebbani Z., Azougagh D., Bahatti L., Bouattane O. Definitions and Applications of Augmented/Virtual Reality: A Survey. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*. 2021. Vol. 9. No 3. Pp. 279-285. <https://doi.org/10.30534/ijeter/2021/21932021>.
- Mak L., Tang F. W. F., Li C. H., Lee G. T. W., Chiu W. H. A Review on Development and Application of Virtual Reality (VR) Training Platform for Testing, Inspection and Certification Industry. *International Journal of Information and Education Technology*. 2020. 10(12). Pp. 926-931. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.12.1480>.
- Reinhardt D., Haeusler M.H., London K., Loke L., Feng Y., Barata E.D.O. Investigating the potential of collaborative robotics for subject matter experts // *International Journal of Architectural Computing*. 2020. Vol. 18(4). Pp. 353-370. <https://doi.org/10.1177/1478077120948742>.
- Molina, A.A.; Huang, Y.; Jiang, Y. A Review of Unmanned Aerial Vehicle Applications in Construction Management: 2016–2021. *Standards* 2023, 3, Pp. 95–109. <https://doi.org/10.3390/standards3020009>.

17. Dixit S., Mandal S.N., Sawhney A., Singh S. Relationship between skill development and productivity in construction sector: a literature review. *Int. J. Civ. Eng. Technol.* 2017. Vol. 8 (8) Pp. 649-665. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36
18. Ellmers G. The graphic design project: employing structured and critical reflection to guide student learning. *Communication Design*, 2015. Vol. 3. Issue 1. Pp. 62-79. <https://doi.org/10.1080/20557132.2015.1057376>
19. Irtysheva I. O., Sienkovich O. F. Digital transformation of the regions of Ukraine: objective necessity, principles of digital development and peculiarities of regulation. *Regional economy*. 2020. №1 (95). Pp. 14–21. <https://doi.org/10.36818/1562-0905-2020-1-2>.
20. Volosyuk M.A., Protsenko O.M., Gerasimenko V.V. Digital economy in construction. Materials of the XII International scientific and practical conference "The European vector of economic modernization: creativity, transparency and sustainable development". (May 27-28, 2020). Abstracts of reports. Kharkiv: KhNUBA, 2020. C. 45-47.
21. Zhekalov G. I. Digital economy of Ukraine: problems and prospects of development. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University*. Vol. 26, part 1. 2019. URL: http://www.visnyk-econom.uzhnu.uz.ua/archive/26_1_2019ua/12.pdf.
22. Irtysheva I.O., Kramarenko I.S., Irtyshev O.S., Garagulya A.V., Stavtsov R.V. Digital economy in Ukraine: today's challenges and management tasks. *Efficient economy*. 2020. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8074>.
23. Tallgren M.V., Roupü M., Johansson M. 4D modelling using virtual collaborative planning and scheduling // *Journal of Information Technology in Construction (Itcon)*. 2020. Vol. 26. Pp. 763-782. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.042>
24. Nielson, GM, Volume Modelling. In: M. Chen et al. (eds.). *Volume Graphics*, Springer, 2000; 29-48. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0737-8_2
25. Borrmann A., Kunig M., Koch C., Beetz J. *Building Information Modeling: Why? What? How?* Building Information Modeling. Springer, Cham. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3_1
26. Prasad P., Sharma P. Information Technology in modern World. *IJARIE*. 2019. Vol. 5. Issue 1. Pp. 858-861. https://www.researchgate.net/publication/343481196_INFORMATION_TECHNOLOGY_IN_MODERN_WORLD
27. Shick Alshabab M., Petrichenko M., Vysotskiy A., Khalil T. BIM-based Quantity Takeoff in Autodesk Revit and Navis-works Manage. *Lecture Notes in Civil Engineering*. 2020. Vol. 70. Pp. 413-421. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36.
28. Sacks R., Eastman C. M., Lee G. Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete. *Automation in Construction*. 2004, Vol. 13. Issue 3, Pp. 291-312. [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(03\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(03)00043-8).

¹ **O.M. Protsenko**, senior lecturer at the Department of Digital Modeling and Graphics, <https://orcid.org/0000-0002-2478-4781>

² **V.V. Gerasimenko**, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of digital modeling and graphics, <https://orcid.org/0000-0002-7874-1322>

³ **V.P. Sopov**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Materials Science and Engineering of Composite Structures, <https://orcid.org/0000-0002-1908-0421>

^{1,2,3} Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketov, Marshal Bazhanov str. 17, Kharkiv

INFORMATION MODEL AS A CATALYST OF TRANSFORMATIONS IN THE SYSTEM OF DESIGN AND MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF UKRAINE

Abstract. The inevitability of the transition of architectural and construction activity in Ukraine to BIM technology in the processes of design, construction and operation of buildings and structures is due to a number of reasons: the increasingly widespread use of augmented virtual reality tools, the need to create a single information platform, the spread of monitoring, assessment and analysis of the state of structures and life support systems. The analysis of the current development of digitization showed the need for the interaction of all links of management of capital construction objects. At the level of state management bodies, the transition to digitization is carried out through electronic document management and the issuance of construction permits in electronic form. The customer must see the current state of affairs at each stage of construction with the help of digitization of design and construction works. The general contractor is interested in monitoring the work of subcontractors and reducing material costs. The project organization, which develops a single digital information model of the house, simplifies the processes of creating blueprints, specifications and correcting errors of related departments. Digitization of the work process will allow speeding up the processes of control of the supply of goods, the work of executors and mechanisms, the field of keeping work logs and executive documentation, will lead to improved interaction of participants. It is shown that the main obstacles to the spread of digital technologies in construction are insufficient awareness of the effectiveness of BIM technologies, lack of design and construction experience in an information environment, uncertainty in the interaction of all participants at different levels of management of capital construction objects, material difficulties that lead to related to employee training, technical improvement of equipment, purchase of new software products, fear of dispersal of confidential information from cloud storage, etc. The rapid and effective restoration of the infrastructure of the state damaged by the war, the sustainable development of today's economy is unthinkable without the digital transformation of the construction industry and the implementation of BIM technologies.

Keywords: information model, capital construction, digital modeling, design, construction, monitoring.

УДК 69.059 : 69.003 : 72.025

¹ **О.І. Менейлюк**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології будівельного виробництва. ORCID ID: 0000-0002-1007-309X;

² **І.О. Менейлюк**, доктор технічних наук, доцент кафедри хімії та екології. ORCID ID: 0000-0001-7075-2898;

³ **В.В. Руссий**, доктор філософії, старший викладач кафедр технології будівельного виробництва та хімії та екології ORCID ID: 0000-0002-5884-2097.

^{1,2,3} Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню стану пошкоджених внаслідок воєнних дій будівель та споруд. Ці об'єкти в Україні знаходяться як в глибокому тилу так і біля лінії зіткнення. В рамках дослідження, на прикладах, розглянуто два випадки впливу воєнних дій: перший – влучання порад з будівлею; другий – пряме влучання в будівлю або вибух великої потужності порад з будівлею. При першому випадку майже в усіх випадках одночасно пошкоджень зазнають: оздоблення зовнішніх стін, заповнення прорізів (віконних та дверних) та покрівля. При другому випадку зазвичай притаманні пошкодження характерні й для першого випадку, але крім цього – відбувається часткове руйнування несучих конструкцій і пошкодження (або руйнування) пов'язаних з ними елементів.

В рамках дослідження руйнівний вплив воєнних дій за обома випадками розглянуто для усіх визначених в статистичному аналізі типів будівель. А саме, розглянуто приклади пошкоджених та повністю зруйнованих цегляних, крупноблочних, панельних, каркасних будівель та інших об'єктів (які є або унікальними або їх тип за конструктивною ознакою встановити не вдалось). За результатами дослідження встановлено, що найбільш стійкими до впливу воєнних дій є каркасно-монолітні будівлі; найменш стійкими – панельні будівлі. Встановлено, що загальний характер пошкоджень не залежить від типу будівлі та від того пряме влучання чи ні. Однак, для кожного типу будівель можуть виникати притаманні лише їм дефекти або пошкодження (наприклад, великі тріщини в цегляних будівлях).

Результати наукового аналізу визначення характеру впливу воєнних дій на будівлі та споруди, надають змогу виконувати подальші дослідження у сфері відновлення пошкоджених об'єктів будівництва. Зокрема, приймати рішення щодо зведення нових, більш стійких до позапроектних впливів будівель та враховувати їх організаційно-технологічні особливості зведення; враховувати характер пошкоджень та особливості організаційно-технологічних рішень у комплексному процесі відновлення будівель та споруд.

Ключові слова. пошкодження будівель, вплив воєнних дій, організаційно-технологічні рішення відновлення.

Вступ

Десятки тисяч будівель та споруд на території України піддаються дії позапроектних впливів, що спричинені воєнними діями. До них можливо віднести вплив вибухової хвилі, попадання засобів ураження (наприклад осколків, що рухаються на великій швидкості), термічного впливу, вібрацій тощо. При цьому будівлі та споруди пошкоджуються як на лінії зіткнення так і в глибокому тилу.

Певні типи будівель або їх частини можуть бути менш стійкими до цих впливів. Крім цього, в різних типах будівлях можуть з'являтися характерні лише для них наслідки дії позапроектних впливів. Від цього відповідно можуть залежати й подальші дії з відновлення пошкоджених та будівництва нових будівель в країні, наприклад:

- прийняття рішення щодо зведення нових, більш стійких до позапроектних впливів будівель та враховувати їх організаційно-технологічні особливості зведення;
- врахування характеру пошкоджень та особливостей організаційно-технологічних рішень у комплексному процесі відновлення будівель та споруд.

Тому проведення дослідження стану пошкоджених та зруйнованих будівель на конкретних прикладах є актуальним.

Матеріали і методи досліджень

Пошук прикладів пошкоджених будівель та споруд для проведення наукового дослідження характеру пошкоджень будівель здійснений шляхом аналізу інформації з відкритих інформаційних джерел. При цьому використовувались такі основні джерела: видання «Українська правда»; загальноукраїнський сайт новин ТСН.ua; видання «Економічна правда»; видання «Корреспондент.net»; видання OBOZREVATEL; видання мультимедійна платформа іномовлення України «УКРІНФОРМ»; видання LB.ua; видання «Суспільне новини», інформаційний портал РБК-Україна [1-8] та інші.

Під час проведення наукового аналізу здійснено дослідження характеру пошкоджень основних прикладів будівель та споруд серед визначених типів розподілення за конструктивною ознакою в статистичному аналізі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В останніх дослідженнях [9, 10] було проаналізовано характер пошкоджень та вибірково приклади пошкоджених будівель до 2022 року. При цьому не враховувався статистичний аналіз розподілення

пошкоджених будівель за типами. Він був виконаний після оцінки характеру пошкоджень на вибіркових одиничних прикладах. Однак в цих роботах не було визначено найбільш стійкі до руйнувань (пошкоджень) будівлі. Визначено тільки основний вид пошкоджень цегляних стін – утворення тріщин та щілин. Тому, аналіз, що виконаний у роботах [9, 10] є дуже стислим та обмеженим. Було досліджено залежність руйнувань від географічного місцезнаходження об'єкту від лінії зіткнення. Визначено, що відповідний фактор не впливає на характер пошкоджень внаслідок наявності та застосування засобів ураження, здатних робити великі руйнування й у глибокому тилу. Тому, необхідно виконати деталізований науковий аналіз пошкоджень різних будівель з прив'язкою до їх типів за конструктивною ознакою.

Питанням відновлення пошкоджених будівель присвячені роботи вчених Савйовського В.В., Григоровського А.П., Шумакова І.В., Буртніка С.В. [11-14] та інших.

Питанням проведення обстеження пошкоджених будівель та споруд, визначення розміру шкоди та збитків; характеру пошкоджень присвячені роботи Джавалова Н.В., Говорухи І.В., Башкірова Г.Б, Фурсова Ю.В., Ковальова І.О., Гопчака І.В., Жука В.М. та інших вчених [15-17]. Головним чином ці роботи присвячені аспектам визначення розміру заподіяної шкоди при наявності встановленого рівня фізичного зносу, завданого дією позапроектних впливів.

В роботі [15] визначено, в яких населених пунктах України було пошкоджено найбільшу кількість будівель та споруд. Зокрема, вони знаходяться на території Донецької, Луганської, Херсонської, Харківської та деяких інших областей. Згідно роботи [15] загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів станом лише на 1 вересня 2022 року складає 74,1 млн. м² (7,3 % від загальної площі житлового фонду України); визначено їх кількісне розподілення за ступенем пошкоженості.

В роботі [18] виконано наведено статистичний аналіз розподілу 746 пошкоджених та зруйнованих будівель та споруд за конструктивною ознакою (рис. 1.1). З діаграми розподілу (рис. 1.1) видно, що найбільшу частку складають пошкоджені або зруйновані цегляні будівлі (74,26 %). Меншу, але порівняно високу частку складають панельні, крупноблочні та каркасні будівлі 14,08 %. Інші будівлі та споруди, які

є унікальними або тип за конструктивною ознакою яких не вдалось встановити становлять 11,66 %.

Метою дослідження є визначення найбільш стійких до впливу воєнних дій типів будівель за конструктивною ознакою.

Виклад основного матеріалу

Згідно [19-21] для прийняття рішення щодо відновлення або повного демонтажу будівлі необхідно провести обстеження. Воно не може проводитись виключно за фото- або відео- фрагментами (без доступу комісії до об'єкту). Тому, в рамках даного дослідження, проводиться поверхневе наукове дослідження стану будівель з визначенням причин та характерних особливостей їх пошкоджень. Розглянуті приклади будівель та споруд зазнали пошкоджень або повного руйнування внаслідок дії позапроектних впливів, а саме – впливу воєнних дій. Зокрема, це: дія вибухової хвилі, потрапляння засобів ураження (в тому числі осколків), термічний вплив (в тому числі пожежі, що виникають внаслідок вибуху), вібрації тощо.

В рамках дослідження виділено 2 випадки впливу воєнних дій на будівлі та споруди.

Перший випадок – коли вибух стався поряд з будівлею. В такому разі майже в усіх випадках одночасно пошкоджень зазнають: оздоблення зовнішніх стін, заповнення прорізів (віконних та дверних) та покрівля. Найчастіше світлопрозорі конструкції повністю вибиває. Не світлопрозорі конструкції (дверні полотна, коробки, віконні рами тощо) прорізів або пошкоджує осколками або повністю вибиває. В покрівельному покритті пробиваються наскрізні отвори або під дією вибухової хвилі листи покрівлі скидає, згинає чи розламає. Іноді незначно пошкоджується решетування та кроквяна система, особливо якщо вони знаходяться у занедбаному стані. Схожа ситуація з оздобленням: мокрі фасади - посічуються осколками, вентиляовані – місцями відпадають та/або посічуються осколками. На фасаді можуть з'являться вибоїни.

Другий випадок - наявне пряме влучання або поряд з будівлею (за умови, що вибух великої потужності). Усі будівлі, що відносяться до другого випадку мають пошкодження характерні і для першого. Крім цього, відбувається часткове руйнування несучих конструкцій і пошкодження (або руйнування) пов'язаних з ними елементів. Під пов'язаними еле-



Рис.1.1 Діаграма статистичного аналізу розподілу пошкоджених та зруйнованих будівель та споруд за конструктивною ознакою

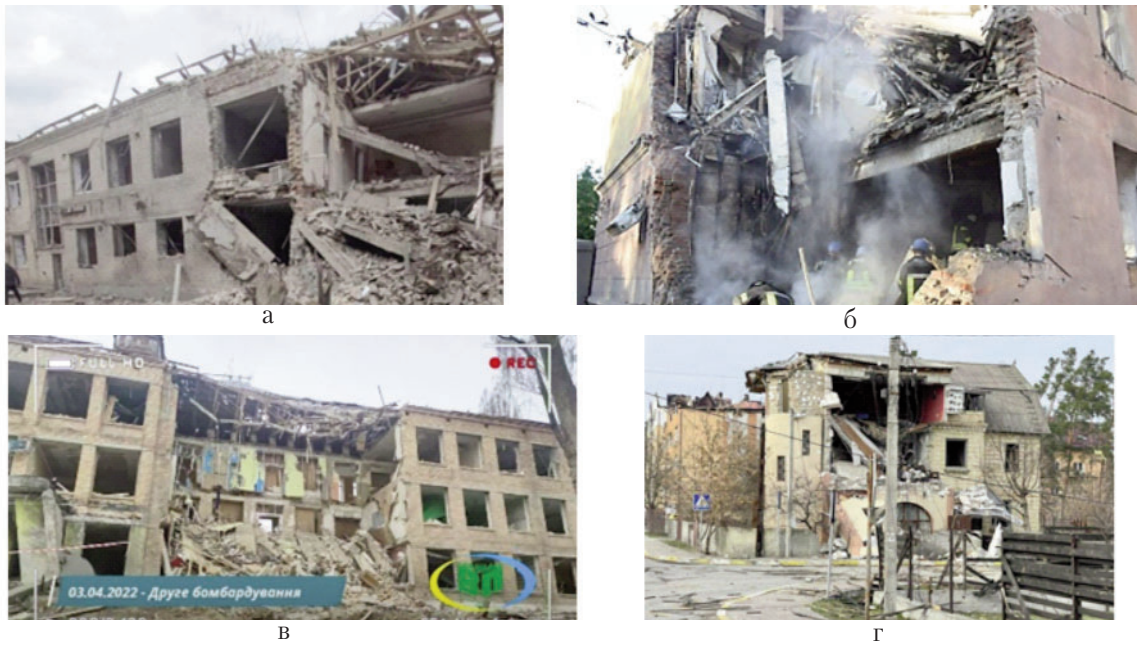


Рис. 1.2 Пошкоджені за другим випадком будівлі (прямим влучанням): а) – лікарня у м. Баштанка, Миколаївська область; б) – житловий будинок у м. Слов'янськ, Донецька область; в) – КНЗ КОР «Васильківський професійний ліцей» у м. Васильків, Київська область; г) – приватний будинок в м. Ірпінь (передмістя м. Київ)

ментами в даному випадку розуміються елементи будівель, що пошкоджуються (або руйнуються) не від впливу вибуху, а від його наслідків. До них відносяться спричинені військовими діями: пожежі, перерозподіл навантажень, внаслідок руйнування частин будівель, обвалення елементів (внаслідок якого руйнуються елементи, які були зачеплені при падінні) тощо. Місцями руйнуються конструкції перекриттів, зовнішніх, внутрішніх стін, елементів каркасу та даху. Пошкодження зазнає внутрішнє оздоблення стін, стель та підлог. Пошкоджуються чи повністю руйнуються (наприклад при виникненні пожежі) інженерні комунікації. У виключних випадках пошкодження зазнають фундаменти. Як правило, при пошкодженні фундаментів відновлення будівель є не раціональним. Воно супроводжується значними пошкодженнями будівлі вище «нульової відмітки». Тому, в цьому випадку, зазвичай відбувається повний демонтаж будівлі.

Характерною особливістю другого випадку – є виникнення поодиноких та/або мереж тріщин та щілин в різних місцях несучих або огорожуючих конструкцій. Найвизначальніший діапазон значень глибини та ширини розкриття тріщин. В досліджених будівлях глибина розкриття тріщини може досягати товщини стіни (або пошкодженого елемента), а ширина розкриття - кількох сантиметрів та більше.

Такі значення є більш притаманними огорожувальним конструкціям, виконаним з дрібноштучних матеріалів.

Надалі розглядатимуться найбільш показові з точки зору авторів приклади пошкоджених будівель та споруд з 746 досліджених в статистичному аналізі.

Розглянемо приклади пошкоджених та зруйнованих цегляних будівель, що зазнали вплив воєнних дій за двома випадками. На рисунку 1.2 [1, 22, 23] наведено пошкодження будівель згідно другого випадку. В даних прикладах пошкодження відбулись при прямому влучанні в будівлю.

З рисунку 1.2 видно, що вибух стався при безпосередньому контакті з елементами будівель. Часткових руйнувань та пошкоджень зазнають зовнішні та внутрішні цегляні стіни. При цьому непридатну до подальшого використання частину кладки необхідно демонтувати, а частину відновлювати. Аналогічна ситуація спостерігається з перекриттями та несучими елементами даху.

З рисунку 1.2 видно, що абсолютну більшість прорізів, як віконних так і дверних – вибито. Покрівельне покриття повністю зруйновано та підлягає заміні. «Мокре» фасадне оздоблення частково відшарувалось та посічено осколками. Стіни без зовнішнього оздоблення є більш стійкими, однак піддаються місцевому впливу посічення осколками.



Рис. 1.3 Зруйновані за другим випадком (при прямому влучанні): а) – будинок в Харківській області; б) – влучанням та пожежею школа №1 в м. Авдіївка, Донецька область; в) – будівля в Миколаївській області



Рис. 1.4 Пошкоджений за 1-м випадком (влучання поряд з будівлею) корпус дитячого табору в Чугуївському районі Харківської області

З рисунку 1.2, г видно, що при прямому влучанні суттєво відстають та руйнуються вентилявані фасадні системи.

На рисунку 1.3 [1] зображено зруйновані за другим випадком цегляні будівлі, які пошкоджені набагато більше та не підлягають відновленню. Відходи від руйнувань цих будівель можливо використовувати як лише вторинний ресурс чи утилізувати.

Особливістю пошкоджень цих будівель є руйнування великої кількості будівельного об'єму будівлі згідно причин другого випадку пошкоджень. При цьому значних руйнувань зазнають усі елементи будівель, зазвичай крім фундаментів.

На рисунку 1.4 [1] зображено приклад пошкодження цегляної будівлі за 1-м випадком, тобто коли вибух стався поряд з будівлею.

З рисунку 1.4 [1] видно, що пошкодження згідно 1-го випадку є набагато меншими, ніж у другому. Відновлення цих будівель є очевидно простішим. Пошкоджень зазнають лише віконні та дверні прорізи. При цьому частково віконні та дверні рами залишаються цілими. Це дозволяє тимчасово закрити прорізи доступними матеріалами, такими як наприклад OSB плити або вологостійка фанера. Частка віконних та дверних прорізів залишаються повністю вцілілою, без пошкоджень світлопрозорих елементів. Оздоблення зазнає незначних пошкоджень у вигляді невеликих вибоїн та посічень осколками або не пошкоджується взагалі. Покрівельне покриття у різних випадках може частково або повністю підлягати заміні. В деяких випадках воно залишається повністю цілим. Кроквяні конструкції залишаються цілими,



а



б



в



г

Рис. 1.5 Пошкоджені за другим випадком (прямим влучанням): а) – блочна будівля у Луганській області; б) – панельна будівля у м. Харків; в) – блочна будівля в м. Торезьк, Донецька область; г) – каркасно-монолітна будівля в м. Київ



Рис. 1.6 Пошкоджена за другим випадком (прямим влучанням ракети) каркасно-монолітна будівля в м. Одеса – житловий комплекс «ТІРАС»: а) - повне руйнування частини діафрагми; б) – руйнування колони; в) – руйнування колон та пошкодження перекриттів (уламок діафрагми лежить на перекритті); г) – прогин перекриття, локально більший ніж 200 мм; д) – повне обвалення частини перекриття

незначних пошкоджень може зазнавати лише решетування та шари тепло-волого- або паро- захистів.

Розглянемо приклади пошкоджених та зруйнованих крупноблочних, панельних та каркасних будівель, що зазнали вплив воєнних дій.

На рисунках 1.5-1.7 [1, 24, 25] наведено пошкодження будівель згідно другого випадку. В даних при-

кладах пошкодження відбулись при прямому влучанні в будівлю. В двох з шести наведених будівель пряме влучання засобів ураження спричинило пожежу (рис. 1.5 а, б). В цих випадках заміні підлягають усі погорілі елементи будівлі, які не можливо очистити та експлуатувати. Особливістю пошкоджених будівель даного типу є те, що руйнування покрівлі



Рис. 1.7 Пошкоджена прямим влучанням ракети крупноблочна 9-ти поверхова житлова будівля в селищі Сергіївка (Одеська область, Білгород-Дністровський район): а) – обвалення плит перекриттів; б) – руйнування поясних стінових та підвіконних блоків; в) – зруйновані зовнішні стіни, заповнення прорізів; г) – руйнування балконних плит; д) – горизонтальне зміщення блоків



Рис. 1.8 Зруйновані панельні будинки за 2-м випадком (пряме влучання): а) – с. Бородянка, Київська область; б) – в Луганській області

виникає тільки внаслідок прямого влучання в неї або в результаті того, що виникла пожежа. За другим випадком будівлі даного типу отримають точкові комплексні пошкодження (якщо не виникла пожежа), які можливо усунути.

Зруйновані частини стінових огорожуючих або несучих конструкцій можливо відновлювати відомими способами, наприклад кладкою з газобетонних блоків з застосуванням монолітного залізобетонного каркасу. В них пошкодженень зазнають огорожуючі конструкції та за дуже рідким винятком елементи несучого залізобетонного каркасу. Але при прямому влучанні можливе значне локальне пошкодження каркасу. Наприклад, при влучанні ракети в житловий комплекс «ТІРАС», м. Одеса (рис. 1.6) були суттєво локально пошкоджені несучі залізобетонні конструкції. Місцями прогін перекриттів досягав більше 200 мм (рис. 1.6, г) або вони були повністю зруйновані [24]. Оздоблення, якщо воно наявне, зазнає аналогічних пошкоджень, що і у розглянутих випадках цегляних будівель.

З рисунків 1.5-1.7 та проведеного аналізу інших пошкоджених об'єктів можливо зробити висновок, що в цілому найбільш стійкими до пошкоджень при прямому влучанні є каркасно-монолітні будівлі.

Блочні будівлі (рис. 1.5, а, в; 1.7) більше піддаються руйнівному впливу воєнних дій. Найбільш небезпечні при прямому влучанні панельні будівлі. Значний будівельний обсяг цих будівель може повністю «скластися», що видно на прикладах повністю зруйнованих панельних будівлях (рис. 1.8) [1].

На рисунку 1.9 [1] зображено приклад пошкоджені за 1-м випадком панельної будівлі. Вибух стався поряд з будівлею та спричинив посічення фасаду осколками, однак не привів до руйнування стінових несучих елементів та перекриттів. Значних пошкоджень отримали лише віконні та дверні прорізи.

На рисунку 1.10 [1, 6, 26] наведено пошкодження інших об'єктів, тобто 3-го типу за конструктивною ознакою згідно проведеного статистичного аналізу.

На рисунку 1.10, а зображено пряме влучання у супермаркет з металевим несучим каркасом. При цьому руйнувань зазнали лише легкі, каркасні, сталеві огорожувальні конструкції (зазвичай скорочено ЛСТК). Основні несучі металеві елементи показали високу стійкість та є вцілілими. Слід відмітити, що це зумовлено, крім іншого, відсутністю пожежі.

На рисунку 1.10, б зображено наслідки ліквідованої пожежі на автозаправній станції, що виникла внаслідок вибуху.

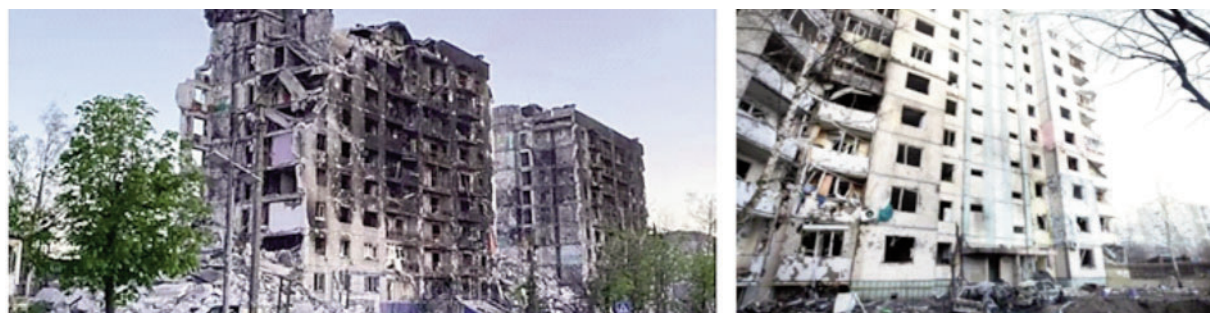


Рис. 1.9 – Пошкоджена будівля у м. Київ за 1-м випадком (влучання поряд з будівлею)



Рис. 1.10 Пошкоджені: а) – прямим влучання супермаркет з металевим каркасом у м. Харків; б) – автозаправна станція у м. Миколаїв; в) – Радіоастрономічна обсерваторія імені Семена Брауде у селі Волохів Яр, Харківська область; г) – сталеві резервуари з олією у Миколаєві (червоним кольором позначені місця отворів, які були пробиті осколками); д) – електрична підстанція у м. Київ; е) – ангар аеропорту в селищі міського типу Гостомелі, Київська область; є) – міст у Чернігівській області

На рисунку 1.10, в наведено пошкоджені унікальної будівлі та її обладнання «Радіоастрономічної обсерваторії імені Семена Брауде». В даному випадку влучання в покрівлю призвело до часткового руйнування покрівлі та перекриття; віконних прорізів та пошкодження унікального обладнання.

На рисунку 1.10, г зображено наслідки влучання

поряд зі сталевими резервуарами з олією. Це призвело до пробою осколками та порушення герметичності резервуару.

На рисунку 1.10, д зображено пошкоджену в одному з масивних обстрілів України електричну підстанцію.

Більшість подібних влучань як правило призводить до виникнення пожеж та необхідності повної

заміни обладнання підстанції.

На рисунку 1.10, є наведено пошкоджений осколками внаслідок ведення активних бойових дій ангар аеродрому. В даному випадку несучі сталеві елементи не пошкоджені, однак заміні підлягає пробите покрівельне покриття цих елементів.

На останньому з обраних прикладів (рис. 1.10, є) зображено щент зруйнований сталевий міст, який не підлягає відновленню.

Висновки

1. Аналіз фото- та/або відео- фіксації поточного стану будівель дозволив встановити характер їх пошкоджень при різних типах впливу вибухів.

2. При прямому влучанні (за другим випадком) найбільшим руйнуванням піддаються панельні будівлі. Найбільш стійкими до впливу воєнних дій (позапроектних впливів) є каркасно-монолітні будівлі. При влучанні поряд з будівлею (за першим

випадком) усі будівлі зазнають однакових несуттєвих пошкоджень.

3. В кожному типі будівлі можуть виникати притаманні лише їм дефекти або пошкодження. Наприклад, тріщини в цегляних будівлях є більш розповсюдженими та зазвичай мають більшу ширину та глибину ніж у бетонних елементах; в цегляній кладці можуть бути наявні розшарування (відокремлення) частин кладки, які не притаманні іншим конструкціям.

4. З використанням результатів досліджень можливо:

- приймати рішення щодо зведення нових, більш стійких до позапроектних впливів будівель та враховувати їх організаційно-технологічні особливості зведення;
- враховувати характер пошкоджень та особливості організаційно-технологічних рішень у моделюванні комплексного процесу відновлення будівель та споруд.

Література

1. Матеріали видання «Українська правда», заснованого Георгієм Гонгадзе у 2000 році. URL: <https://www.pravda.com.ua/>; <https://life.pravda.com.ua/> (дата звернення 20.01.2024).
2. Матеріали загальноукраїнського сайту новин ТСН.ua, який працює під брендом Телевізійної служби новин, що виходить на телеканалі 1+1. URL: <https://tsn.ua/> (дата звернення 20.01.2024).
3. Матеріали веб-сторінки видання «Корреспондент.net». URL: <https://ua.korrespondent.net/> (дата звернення 20.01.2024).
4. Матеріали веб-сторінки видання OBOZREVATEL. Відео. URL: <https://www.obozrevatel.com/> (дата звернення 21.01.2024).
5. Матеріали веб-сторінки видання мультимедійна платформа іномовлення України «УКРІНФОРМ». URL: <https://www.ukrinfo.com.ua/> (дата звернення 21.01.2024).
6. Матеріали видання «Економічна правда». URL: <https://www.epravda.com.ua/> (дата звернення 21.01.2024).
7. Матеріали видання «Суспільне новини». URL: <https://susplne.media/> (дата звернення 21.01.2024).
8. Матеріали веб-сторінки видання LB.ua. URL: <https://lb.ua/> (дата звернення 21.01.2024).
9. Руссий В.В. Аналіз прикладів пошкоджень військового характеру в цегляних будівлях. Науковий вісник будівництва. 2021. Вип. 104, № 2. С. 208-211.
10. Менейлюк О.І., Руссий В.В. Аналіз характерних пошкоджень будівель та споруд отриманих в результаті військових дій. Тези доповідей 77-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу академії 13-14 травня 2021 року. Одеса: ОДАБА, 2021. С. 3.
11. Григоровський А.П. Порівняльний аналіз та вибір варіанту організаційно-технологічних рішень процесу ліквідації наслідків аварійних руйнувань. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 17-24.
12. Особливості конструктивних та організаційно-технологічних рішень при відновленні залізобетонних мостових споруд / Шумаков І.В. та ін. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 11-16.
13. Почапський М.Д., Буртнік С.В., Помазан М.Д. Перспективи збірно-монолітного будівництва для відновлення об'єктів в Україні / Шумаков І.В. та ін. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 35-41.
14. Савйовский В.В. Реконструкція будівель і споруд: навч. посібник. К.: Видавництво Ліра-К, 2018. 320 с.
15. Джавалов М.Н., Буртнік С.В., Говоруха І.В. Аналіз прямих втрат та завдань відновлення основних фондів, пошкоджених у результаті бойових дій в Україні. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 25-29.
16. Башкіров Г.Б., Фурсов Ю.В. Спосіб опосередкованого визначення розміру збитків після пошкоджень цивільної будівлі в Харкові. Будівельне виробництво. 2022. № 74. С. 42-49.
17. Визначення збитків, завданих об'єктам водогосподарської інфраструктури внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України / Гопчак І.В. та ін. Науковий вісник будівництва. 2022. Т. 108, №2. С. 60-67.
18. Ковров А.В., Менейлюк О.І., Руссий В.В. Математичне моделювання оптимізації процесів ліквідації пошкоджень цегляних будівель. IV Міжнародна науково-практична конференція «Енергоощадні машини і технології» 23-25 травня 2023 року. Київ: КНУБА, 2023. С. 134-138.
19. Порядок проведення обстеження прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 12 квітня 2017 р. № 257. Урядовий кур'єр. 2017. 20 квітня.
20. Методика проведення обстеження та оформлення його результатів : затв. Наказом Міністерства розвитку громад та територій України 06 серпня 2022 року. № 144. Офіційний вісник України. 2022. № 61. С. 179.
21. Порядок виконання невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків воєнних дій, пов'язаних із пошкодженням будівель та споруд : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 2022 р. № 473. Урядовий кур'єр. 2022. 22 квітня.
22. Пошкоджений КНЗ КОР «Васильківський професійний ліцей» після. URL: https://www.youtube.com/watch?v=Z_XVTnrTVuo (дата звернення 25.01.2024).
23. Український інформаційний портал РБК-Україна. URL: <https://www.rbc.ua/> (дата звернення 25.01.2024).

24. Звіт за результатами технічного обстеження стану конструкції секцій 3, 4 16-ти поверхового будинку житлового комплексу «ТІРАС» у місті Одеса та розробки протиаварійних заходів та відновлювальних робіт для забезпечення подальшої безпечної експлуатації будинку / Науковий керівник: Ковров А.В.. Відповідальний виконавець: Анісімов К.І. Виконавці: Кровяков С.О., Коломієць С.П., Якушев Д.І. та ін. Одеса: ОДАБА, 2022. 80 с.
25. Технічний висновок за результатами технічного обстеження 9-ти поверхового житлового будинку в Одеській області (Білгород-Дністровський району, селище Сергіївка) та розробка заходів щодо його подальшої безпечної експлуатації / Науковий керівник: Ковров А.В.. Відповідальний виконавець: Анісімов К.І. Виконавці: Кровяков С.О., Коломієць С.П., Якушев Д.І. та ін. Одеса: ОДАБА, 2022. 111 с.
26. Інформаційне агентство «Українські Національні Новини». URL: <https://www.unn.com.ua/> (дата звернення 27.01.2024).

References

1. Materialy vydannia «Ukrainska pravda», zasnovanoho Heorhiem Honhadze u 2000 rotsi. URL: <https://www.prawda.com.ua/>; <https://life.prawda.com.ua/> (data zvernennia 20.01.2024).
2. Materialy zahalnoukrainskoho сайту novyn TSN.ua, yakii pratsiuie pid brendom Televiziinoi sluzhby novyn, shcho vykhodyt na telekanali 1+1. URL: <https://tsn.ua/> (data zvernennia 20.01.2024).
3. Materialy veb-storinky vydannia «Korrespondent.net». URL: <https://ua.korrespondent.net/> (data zvernennia 20.01.2024).
4. Materialy veb-storinky vydannia OBOZREVATEL. Video. URL: <https://www.obozrevatel.com/> (data zvernennia 21.01.2024).
5. Materialy veb-storinky vydannia multymediina platforma inomovlennia Ukrainy «UKRINFORM». URL: <https://www.ukrinform.ua/> (data zvernennia 21.01.2024).
6. Materialy vydannia «Ekonomichna pravda». URL: <https://www.epravda.com.ua/> (data zvernennia 21.01.2024).
7. Materialy vydannia «Suspilne novyny». URL: <https://suspilne.media/> (data zvernennia 21.01.2024).
8. Materialy veb-storinky vydannia LB.ua. URL: <https://lb.ua/> (data zvernennia 21.01.2024).
9. Russyi V.V. Analiz prykladiv poshkodzhen viiskovoho kharakteru v tshlianykh budivliakh. Naukovyi visnyk budivnytstva. 2021. Vyp. 104, № 2. S. 208-211.
10. Meneiliuk O.I., Russyi V.V. Analiz kharakternykh poshkodzhen budivel ta sporud otrymanykh v rezultati viiskovykh dii. Tezy dopovidei 77-yi naukovo-tekhnichnoi konferentsii profesorsko-vykladatskoho skladu akademii 13-14 travnia 2021 roku. Odessa: ODABA, 2021. S. 3.
11. Hryhorovskiy A.P. Porivnialnyi analiz ta vybir variantu orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen protsesu likvidatsii naslidkiv avariynykh ruinovan. Budivnele vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 17-24.
12. Osoblyvosti konstruktyvnykh ta orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen pry vidnovlenni zalizobetonnykh mostovykh sporud / Shumakov I.V. ta in. Budivnele vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 11-16.
13. Pochapskyi M.D., Burtnik S.V., Pomazan M.D. Perspektyvy zbirno-monolitnoho budivnytstva dlia vidnovlennia ob'ektiv v Ukraini / Shumakov I.V. ta in. Budivnele vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 35-41.
14. Saviovskyi V.V. Rekonstruktsiia budivel i sporud: navch. posibnyk. K.: Vydavnytstvo Lira-K, 2018. 320 s.
15. Dzhavalov M.N., Burtnik S.V., Hovorukha I.V. Analiz priamykh vtrat ta zavdan vidnovlennia osnovnykh fondiv, poshkodzhenykh v rezultati boiovykh dii v Ukraini. Budivnele vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 25-29.
16. Bashkirov H.B., Fursov Yu.V. Sposib oposeredkovanoho vyznachennia rozmiru zbytkiv pislia poshkodzhen tsyvilnoi budivli v Kharkovi. Budivnele vyrobnytstvo. 2022. № 74. S. 42-49.
17. Vyznachennia zbytkiv, zavdanykh ob'ektam vodohospodarskoi infrastruktury vnaslidok zbroinoi ahresii Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy / Hopchak I.V. ta in. Naukovyi visnyk budivnytstva. 2022. T. 108, №2. S. 60-67.
18. Kovrov A.V., Meneiliuk O.I., Russyi V.V. Matematychno modeliuвання optymizatsii protsesiv likvidatsii poshkodzhen tshlianykh budivel. IV Miznarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Enerhooschadni mashyny i tekhnologii» 23-25 travnia 2023 roku. Kyiv: KNUBA, 2023. S. 134-138.
19. Poriadok provedennia obstezhennia pryiniatykh v ekspluatatsiiu ob'ektiv budivnytstva : zatv. postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 12 kvitnia 2017 r. № 257. Uriadovyi kurier. 2017. 20 kvitnia.
20. Metodyka provedennia obstezhennia ta oformlennia yoho rezultativ : zatv. Nakazom Ministerstva rozvytku hromad ta terytorii Ukrainy 06 serpnia 2022 roku. № 144. Ofitsiinyi visnyk Ukrainy. 2022. № 61. S. 179.
21. Poriadok vykonannia nevidkladnykh robiv shchodo likvidatsii naslidkiv voiennykh dii, poviazanykh iz poshkodzhenniam budivel ta sporud : zatv. postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19 kvitnia 2022 r. № 473. Uriadovyi kurier. 2022. 22 kvitnia.
22. Poshkodzhenyi KNZ KOR «Vasylkivskiy profesiinyi litsei» pislia. URL: https://www.youtube.com/watch?v=Z_XVTnrTVuo (data zvernennia 25.01.2024).
23. Ukrainskyi informatsiinyi portal RBK-Ukraina. URL: <https://www.rbc.ua/> (data zvernennia 25.01.2024).
24. Zвіт за rezultatamy tekhnichnoho obstezhennia stanу konstrukttsii sektsi 3, 4 16-ty poverkhovoho budynku zhytlovoho kompleksu «TIRAS» u misti Odessa ta rozrobky protyavariynykh zakhodiv ta vidnovliuvalnykh robiv dlia zabezpechennia podalshoi bezpechnoi ekspluatatsii budynku / Naukovyi kerivnyk: Kovrov A.V.. Vidpovidalnyi vykonavets: Anisimov K.I. Vykonavtsi: Krovjakov S.O., Kolomiets S.P., Yakushev D.I. ta in. Odessa: ODABA, 2022. 80 s.
25. Tekhnichnyi vysnovok za rezultatamy tekhnichnoho obstezhennia 9-ty poverkhovoho zhytlovoho budynku v Odeskii oblasti (Bilhorod-Dnistrovskiy raionu, selyshche Serhiivka) ta rozrobka zakhodiv shchodo yoho podalshoi bezpechnoi ekspluatatsii / Naukovyi kerivnyk: Kovrov A.V.. Vidpovidalnyi vykonavets: Anisimov K.I. Vykonavtsi: Krovjakov S.O., Kolomiets S.P., Yakushev D.I. ta in. Odessa: ODABA, 2022. 111 s.
26. Informatsiine ahentstvo «Ukrainski Natsionalni Novyny». URL: <https://www.unn.com.ua/> (data zvernennia 27.01.2024).

¹ **O.I. Meneiliuk**, doctor of technical sciences, professor, head of the department of construction technology. ORCID ID: 0000-0002-1007-309X;

² **I.O. Meneiliuk**, doctor of technical sciences, associate professor of the department of chemistry and ecology. ORCID ID: 0000-0001-7075-2898;

³ **V.V. Russyi**, PhD, senior lecturer at the departments of construction technology and chemistry and ecology. ORCID ID: 0000-0002-5884-2097.

^{1, 2, 3} Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, city of Odessa

RESEARCH OF THE CONDITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES DAMAGED DUE TO MILITARY ACTIONS

Abstract. *The article is dedicated to the investigation of the state of buildings and structures damaged as a result of military actions. These objects in Ukraine are located both deep in the rear and near the frontline. Within the scope of the study, two cases of the impact of military actions are considered: the first - hits near the building; the second - direct hits on the building or a high-power explosion near the building. In the first case, almost all cases simultaneously experience damage to exterior wall finishes, filling of openings (windows and doors), and roofing. In the second case, damages characteristic of the first case are usually present, but additionally, there is partial destruction of load-bearing structures and damage (or destruction) of associated elements.*

Within the study, the destructive impact of military actions in both cases is considered for all identified types of buildings in statistical analysis. Specifically, examples of damaged and completely destroyed brick, large-block, panel, frame buildings, and other objects (which are either unique or whose type could not be determined by constructional characteristics) are examined.

The results of the study establish that frame-monolithic buildings are the most resistant to the impact of military actions, while panel buildings are the least resistant. It is found that the overall nature of the damage does not depend on the type of building or whether it was directly hit. However, each type of building may have defects or damage specific only to them (for example, large cracks in brick buildings).

The results of the scientific analysis of the impact of military actions on buildings and structures enable further research in the field of restoring damaged construction objects. Specifically, making decisions regarding the construction of new, more resilient buildings against non-project impacts, and considering their organizational and technological features in construction; considering the nature of the damage and the characteristics of organizational and technological solutions in the comprehensive process of restoring buildings and structures.

Keywords: *damage to buildings, impact of military actions, organizational and technological solutions for restoration.*

УДК 69.05

¹ **М.В. Клис**, к.т.н., доц. каф. Організації та управління будівництвом, ORCID iD: 0000-0001-6790-8281;² **М.О. Шебек**, к.т.н., професор. каф. Організації та управління будівництвом, ORCID iD: 0000-0002-1929-0234;³ **В.В. Орищенко**, асистент. каф. Організації та управління будівництвом, ORCID iD: 0000-0002-5081-1229.^{1, 2, 3} Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

ФАКТОРИ СКЛАДНОСТІ БУДІВНИЦТВА, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ СТИСНЕНІ УМОВИ БУДІВНИЦТВА

Анотація. У сучасному світі будівництво стає все більш складним завданням, яке вимагає уваги до безлічі факторів, що впливають на ефективність та вартість проектів. Ця стаття вводить читача у восьми основних аспектів, які значно ускладнюють процес будівництва у сучасних умовах. Зокрема, розглядаються такі важливі фактори, як виклики, пов'язані з будівництвом поруч з місцями інтенсивного руху, проблеми, що виникають при роботі з розгалуженою системою інженерних комунікацій, збереження існуючих житлових або виробничих будівель та зелених зон, обмеження простору для тимчасового господарства на будмайданчику, обмеження, пов'язані з використанням монтажних кранів, потенційні конфлікти з громадськими організаціями, а також виклики, які виникають у районах з високою концентрацією історичних пам'яток або культурних цінностей, та логістичні обмеження.

Детальний аналіз кожного з цих факторів відкриває інсайти про складнощі, з якими зіштовхуються професіонали галузі при реалізації будівельних проектів. Стаття виявляє, що кожен із цих аспектів може мати значний вплив на загальний бюджет проекту, терміни його реалізації та кінцеву якість виконання робіт. Виходячи з цього, автори статті наголошують на важливості глибокого планування, адаптації до викликів, використання інноваційних підходів і ефективного управління проектами. Окрім технічних аспектів, в статті підкреслюється важливість врахування соціальних та екологічних факторів, які можуть впливати на ставлення громадськості до будівельного проекту та його довгострокову стійкість.

Таким чином, стаття слугує важливим ресурсом для фахівців будівельної галузі, надаючи їм необхідні знання для кращого розуміння та вирішення складнощів сучасного будівництва. Через глибокий аналіз кожного фактора стаття пропонує цінні поради та рекомендації, які можуть бути використані для підвищення ефективності, зменшення витрат та підвищення якості будівельних проектів у складних урбанізованих середовищах.

В умовах зростаючої складності будівництва, особливо у щільно забудованих міських середовищах, важливим є не тільки дотримання технічних стандартів, але й здатність адаптуватися до змінних обставин, забезпечуючи при цьому стійкість та довговічність проектів.

Ключові слова: будівництво; складність проекту; урбанізація; інженерні комунікації; логістика в будівництві; монтажні крани; громадські об'єднання; історичні обмеження; культурні цінності; охорона праці; управління будівельними проектами; технології будівництва; стійке будівництво; забудова в щільних районах.

Вступ

Контекстуалізація проблеми: В сучасному світі, де урбанізація набирає обертів, будівельна індустрія стикається з безпрецедентними викликами. Зростаюча потреба у розвитку інфраструктури в щільно заселених міських районах вимагає не лише інноваційних технологій, а й глибокого розуміння унікальних факторів складності, які супроводжують такі проекти.

Зосередження на цих факторах є ключовим для успішного планування та виконання будівельних проектів, особливо в умовах, де простір обмежений, а вимоги до безпеки та ефективності високі.

Розглянуті різноманітні аспекти, що впливають на будівельний процес, включаючи будівництво поблизу місць інтенсивного руху транспорту та пішоходів, наявність складних інженерних комунікацій, захист навколишнього середовища, та інші ключові моменти.

Матеріали і методи досліджень

Для дослідження факторів складності будівництва використано комплексний літературний огляд наукових публікацій, статей та дослідницьких

звітів, що охоплюють різні аспекти управління будівельними проектами та будівельні технології. Застосовано методи компаративного аналізу та кейс-стаді для вивчення практичних прикладів та визначення ключових викликів та тенденцій у галузі. Використання статистичних даних допомогло у виявленні загальних трендів і впливу цих факторів на ефективність та вартість будівельних проектів.

Мета досліджень

Стаття має на меті не лише визначити та проаналізувати ці фактори, але й запропонувати стратегії та рішення, які можуть бути використані для оптимізації будівельних процесів у складних умовах.

Розуміння цих викликів є життєво важливим для архітекторів, інженерів, будівельників та усіх зацікавлених сторін, щоб забезпечити безпеку, ефективність та економічну вигоду будівельних проектів в майбутньому.

Виклад основного матеріалу

При будівництві в стиснених умовах можна виділити наступні фактори, що впливають на усклад-

нення будівництва в умовах щільної забудови.

1. Фактор будівництва поблизу місць інтенсивного руху транспорту і пішоходів є одним із ключових аспектів, який вносить додаткові виклики та складнощі в процес будівництва. Ось детальніший розгляд цього фактора:

Обмеження або зміна напрямку руху транспорту і пішоходів - планування трафіку: Необхідність ретельного планування дорожнього руху, включаючи обходи, тимчасові дороги та зміни у звичайному потоці трафіку.

Координація з місцевою владою: Потреба в отриманні дозволів та координації з муніципалітетами та поліцією для забезпечення безпеки та мінімізації незручностей для громадськості.

Інформування громадськості: Необхідність інформувати громадськість про зміни в руху, що може вимагати використання засобів масової інформації, дорожніх знаків та інших комунікаційних інструментів.

Будівництво захисних пішохідних галерей та екранів. Забезпечення безпеки: Встановлення тимчасових конструкцій для захисту пішоходів та транспорту від будівельного сміття, падіння інструментів та інших потенційних небезпек.

Додаткові витрати: Збільшення витрат на матеріали та робочу силу для створення тимчасових захисних конструкцій.

Будівництво короткими захватками - фазування робіт: Будівництво розділене на короткі етапи, щоб мінімізувати перерви в русі та знизити вплив на оточуюче середовище.

Відновлення дорожнього покриття та озеленення: Після завершення кожного етапу робіт необхідно відновлювати дорожнє покриття та озеленення, що збільшує витрати та час на будівництво.

Як наслідок - здорожчання будівництва: Всі ці дії збільшують загальну вартість проекту через додаткові матеріали, робочу силу та час, а також кожен із цих аспектів може внести затримки в загальний графік будівництва.

2. Фактор наявності розгалуженої мережі підземних або наземних інженерних комунікацій є важливим аспектом, який впливає на складність будівництва.

Демонтаж або перекладання інженерних мереж.

Узгодження процесів - необхідність координації з місцевими комунальними службами та отримання відповідних дозволів для демонтажу або перекладання існуючих комунікацій, таких як водопровідні, газові та електричні мережі.

Технічні складнощі - високий рівень складності, пов'язаний з перекладанням або заміною існуючих мереж, особливо в умовах обмеженого доступу або високої щільності забудови.

Кабелювання повітряних ліній електропередач

Забезпечення безпеки - необхідність встановлення та обслуговування тимчасових електричних ліній, що вимагає дотримання суворих стандартів безпеки та забезпечення стабільного електропостачання.

Вплив на довкілля та місцеву спільноту - повітряні ЛЕП можуть мати візуальний вплив на ландшафт та вимагати узгодження з місцевими громадами.

Підсилення підземних комунікацій

Укріплення інфраструктури - включає підсилення існуючих підземних лотків, колодязів та інших елементів інфраструктури для забезпечення їх стійкості під час будівельних робіт.

Технічні та інженерні виклики - робота з підземними комунікаціями вимагає спеціальних навичок та обладнання, а також може мати непередбачувані труднощі, такі як несподівані геологічні умови.

Як наслідок - збільшення вартості будівництва: Всі ці заходи вимагають значних фінансових інвестицій для покриття витрат на матеріали, робочу силу, спеціалізоване обладнання та адміністративні процедури, а також, збільшення тривалості підготовчих робіт: додатковий час, необхідний для координації, планування та виконання робіт.

3. Фактор наявності житлових або виробничих будівель та зелених насаджень, які підлягають збереженню, має значний вплив на будівельний процес.

Обмеження робочих зон для монтажних механізмів

Просторові обмеження - обмежений доступ та обмежений простір для великих будівельних механізмів, що вимагає точного планування руху та розміщення обладнання.

Координація робіт - потрібно уникати заважання мешканцям або виробничим процесам у сусідніх будівлях, що часто обмежує години роботи та вимагає додаткових заходів безпеки.

Ускладнення з доставкою будівельних матеріалів на майданчик

Логістичні виклики - обмежений доступ для транспортних засобів, що доставляють матеріали, може ускладнити та подовжити процес поставки.

Мінімізація завад - необхідність мінімізувати заваду для місцевих мешканців та підприємств, що може обмежувати часи доставки.

Зміна режиму експлуатації або роботи прилеглих будівель

Тимчасові перерви у роботі - можливість необхідності тимчасового призупинення або обмеження роботи в прилеглих будівлях, особливо при виконанні гучних або вібраційних робіт.

Компенсаційні заходи - може виникнути потреба в компенсації або домовленості з власниками та орендарями сусідніх будівель.

Заходи по захисту основ і фундаментів будівель від впливу будівництва

Влаштування шпунтових огорожень - необхідність установки шпунтових огорожень для захисту основ прилеглих будівель від впливу вібрацій та можливих обвалів ґрунту.

Моніторинг та оцінка ризиків - постійний моніторинг стану прилеглих будівель та оцінка ризиків, пов'язаних з будівельними роботами.

Як наслідок відбувається:

1. Здорожчання будівництва. Сюди входять додаткові витрати на заходи безпеки, логістику, координацію та компенсаційні виплати, які збільшують вартість проекту.

2. Збільшення тривалості будівництва. Через обмеження та додаткові заходи проект може зазнати затримок.

3. Збільшення робочого циклу будівельних машин. Обмежений доступ та часові вікна для роботи можуть призвести до зменшення ефективності робо-

ти техніки та подовження циклів її використання.

4. Фактор наявності стиснених умов розміщення об'єктів тимчасового господарства на будівельному майданчику, є значною складністю у процесі будівництва.

Недостатність площі під склади для забезпечення будівництва матеріалами

Обмежене зберігання матеріалів - недостатність місця для зберігання матеріалів призводить до необхідності частіших поставок, що може збільшувати логістичні витрати.

Ефективність управління запасами - потрібен точний контроль над запасами, щоб уникнути затримок у будівництві через нестачу матеріалів.

Влаштування складських майданчиків на поверхах будівлі, що зводяться або за межами будівельного майданчика

Підвищені вимоги до логістики - переміщення матеріалів на вищі поверхи вимагає додаткового обладнання, такого як підйомники або крани, що збільшує вартість.

Додаткові витрати на транспортування - якщо складські майданчики розташовані за межами будівельного майданчика, це вимагає додаткових транспортних витрат для переміщення матеріалів на місце будівництва.

Розміщення побутових приміщень за межами будівництва

Додаткові витрати на транспортування персоналу - розміщення побутових приміщень для персоналу поза будівельним майданчиком змушує використовувати додатковий транспорт для доставки робітників на місце роботи.

Часові витрати для персоналу - робітникам потрібно більше часу, щоб дістатися до робочих місць, що може зменшити інтенсивність та продуктивність роботи.

Ускладнення проходу робітників на робочі місця
Потреба в ефективному плануванні руху - стиснені умови вимагають чіткого планування переміщення робітників, щоб уникнути заторів і затримок.

Забезпечення безпеки на робочому місці - обмежений простір може створювати додаткові ризики для безпеки, особливо при переміщенні важкого обладнання або матеріалів.

Як наслідок відбувається:

1. Збільшення вартості будівельно-монтажних робіт. Збільшення логістичних та транспортних витрат, а також потреба в додатковому обладнанні підвищують загальну вартість проекту.

2. Збільшення тривалості виконання робіт. Затримки у доставці матеріалів і переміщенні робітників можуть призвести до затримок у графіку виконання робіт.

3. Зменшення інтенсивності робіт. Обмеження у доступності матеріалів та робочих місць може знизити продуктивність праці.

5. Фактор наявності обмеження на роботу монтажних кранів у відповідності до вимог з охорони праці, є важливим аспектом, що впливає на будівельний процес.

Обмеження зони роботи крана

Обмеження повороту стріли і вильоту гаку крана - це може обмежувати досяжність крана до певних ділянок будівельного майданчика, що вимагає

ретельного планування розташування матеріалів та обладнання.

Забезпечення безпеки - обмеження повороту стріли та вильоту гака крана здійснюється для забезпечення безпеки на майданчику, особливо в щільно забудованих або густонаселених районах.

Необхідність влаштування естакад, стрічкових ростверків під підкранові шляхи

Створення підкранових шляхів - необхідно влаштовувати спеціальні конструкції для забезпечення безпечного та ефективного переміщення кранів, особливо на нерівних або слабких ґрунтах.

Додаткові матеріали та витрати - влаштування цих шляхів вимагає додаткових матеріалів та робіт, що збільшує загальні витрати проекту.

Дотримання схеми одночасної сумісної роботи двох і більше кранів на будівельному майданчику

Координація між кранами - сумісна робота кількох кранів вимагає ретельного планування та координації, щоб уникнути перекриття зон дії кранів та забезпечити безпеку.

Підвищені вимоги до кваліфікації операторів кранів - оператори повинні мати високий рівень навичок та досвіду для ефективної та безпечної роботи в умовах сумісної діяльності.

Як наслідок це призводить до збільшення робочого циклу будівельних машин - обмеження у роботі кранів може зменшувати їх ефективність, збільшуючи час, необхідний для виконання певних завдань, а також, збільшення вартості будівельно-монтажних робіт - додаткові вимоги до безпеки, координації та технічного забезпечення призводять до збільшення витрат на роботи, матеріали та кваліфіковану робочу силу.

5. Фактор наявності потенційні конфлікти інтересів забудовника з громадськими об'єднаннями та місцевим населенням, є значущим у контексті сучасного будівництва.

Незадоволення місцевого населення будівельними роботами

Соціальний опір - незадоволення місцевих жителів може проявитися у формі протестів або скарг, що може впливати на хід будівництва.

Необхідність громадського діалогу - забудовнику може знадобитися вести діалог з місцевими жителями для роз'яснення планів будівництва та зменшення негативного сприйняття.

Діяльність громадських активістів та/або конкурентів проти забудови

Вплив на громадську думку - активісти можуть впливати на громадську думку та залучати увагу до потенційних проблем проекту.

Юридичні виклики - можливість судових позовів або інших юридичних втручань, які можуть затримувати або зупиняти будівництво.

Проблеми забезпечення будівництва енергоресурсами, теплом і водою

Логістичні виклики - труднощі з забезпеченням необхідними ресурсами на майданчику, особливо в умовах конфлікту із місцевими громадами.

Додаткові витрати - потреба в альтернативних джерелах постачання або додаткових інвестиціях для забезпечення майданчика необхідними ресурсами.

Як наслідок відбувається:

1. Зростання трудових витрат. Конфлікти та

протести можуть збільшувати трудові витрати через затримки, переривання робіт та необхідність у вирішенні конфліктних ситуацій.

2. Зниження продуктивності будівельних машин. Затримки у постачанні матеріалів та обмеження у доступі до ресурсів можуть знижувати ефективність використання обладнання.

3. Зростання витрат на утримання майданчика. Необхідність в додаткових заходах безпеки, логістиці та управлінні конфліктами може підвищувати витрати на утримання майданчика.

4. Збільшення термінів будівництва. Суперечки та конфлікти можуть призводити до затримок у виконанні проекту.

5. Зростання вартості будівництва. Загальні витрати на проект зростають через додаткові витрати на ресурси, управління конфліктами та юридичні витрати.

6. Фактор наявності історичних та культурних обмежень при будівництві в районах з високою концентрацією історичних пам'яток або культурних цінностей становлять унікальний виклик.

Збереження історичних та культурних об'єктів.

Оцінка впливу на історичні об'єкти - перед початком будівництва необхідно провести оцінку впливу на історичні пам'ятки, що може включати археологічні дослідження.

Співпраця з істориками та археологами - часто вимагається тісна співпраця з фахівцями у галузі культурної спадщини для розробки плану, який би забезпечив найменший негативний вплив на історичні об'єкти.

Обмеження в дизайні та конструкції

Інтеграція нових будівель з історичним середовищем - потреба у пристосуванні дизайну нових будівель таким чином, щоб вони гармонійно вписувалися в історичне оточення.

Використання специфічних матеріалів і технік - може бути необхідність використання традиційних матеріалів або будівельних технік, що відповідають історичному контексту.

Юридичні та регуляторні обмеження

Отримання спеціальних дозволів - будівництво в історичних районах часто вимагає додаткових дозволів від відповідних культурно-історичних інстанцій.

Суворі регуляторні обмеження - існують часто суворі правила та регламенти, які обмежують зміни, що можуть бути внесені в історичні споруди чи навколишнє середовище.

Як наслідок відбувається:

1. Підвищення вартості будівництва - збереження історичних споруд та адаптація до регуляторних вимог може значно збільшити вартість будівництва.

2. Затримки у проекті - Процес отримання дозволів та координація з істориками та археологами може призвести до затримок у проекті.

3. Обмеження в дизайні та виконанні проекту - часто проектувальникам доводиться працювати з обмеженнями, які впливають на креативність та інноваційність будівельного проекту.

Робота в таких умовах вимагає не тільки технічних знань, але й чутливого ставлення до культурної спадщини, що може зробити проект значно складнішим, але й більш значущим у культурному контексті.

6. Фактор наявності логістичних обмежень, які відіграють критичну роль у процесі будівництва, особливо в умовах обмеженого доступу або складнощостей із поставками матеріалів.

Труднощі з поставками матеріалів

Необхідність точного планування поставок - обмежений доступ вимагає дуже точного і ретельного планування поставок, щоб уникнути затримок у будівництві.

Збільшення вартості логістики - часто додаткові витрати виникають через необхідність використання спеціалізованого транспорту або частіших поставок меншими партіями.

Обмежений доступ до будівельного майданчика

Фізичні обмеження - у випадку будівництва в щільно забудованих або історичних районах, доступ для великогабаритного транспорту може бути обмежений через вузькі вулиці чи низькі мости.

Координація з місцевими органами - може бути необхідно узгоджувати рух транспорту з місцевими владами, особливо в разі необхідності тимчасових змін у дорожньому русі.

Вплив на графік будівництва

Потенційні затримки у будівництві - несвоєчасні поставки матеріалів або ускладнення з доступом на майданчик можуть призвести до затримок у графіку робіт.

Необхідність гнучкості у плануванні - будівельні команди повинні бути готові до швидкої адаптації своїх планів у відповідь на зміни у логістиці.

Вплив на безпеку та продуктивність

Безпека на майданчику - обмежений простір може збільшити ризики для безпеки, особливо при маневруванні важкої техніки.

Зниження продуктивності - труднощі з логістикою можуть знижувати загальну продуктивність робітників, оскільки час та ресурси витрачаються на управління матеріалами і обладнанням.

Як наслідок це призводить до збільшення загальних витрат: Всі ці фактори в сукупності можуть призвести до збільшення вартості будівництва через додаткові витрати на логістику та потенційні затримки. А також, до потреби в додаткових ресурсах: Часто потрібно більше робочої сили або спеціалізованого обладнання для управління цими ускладненнями.

Управління цими логістичними викликами вимагає ретельного планування та гнучкості з боку будівельних команд, а також ефективної координації з усіма зацікавленими сторонами.

Висновок

У світлі розгляду різних факторів, які визначають складність будівельних проектів, можна зробити важливі висновки щодо сучасного будівництва. Передусім, ефективне управління будівельним процесом в сучасному урбанізованому середовищі вимагає глибокого розуміння та здатності адаптуватися до різноманітних викликів - від логістичних обмежень та вимог охорони праці до захисту історичних пам'яток та вирішення конфліктів з громадськістю.

Ці фактори не тільки підвищують складність будівельних проектів, але й збільшують вартість та тривалість будівництва. Тому важливо вже на ранніх етапах планування враховувати можливі виклики,

використовуючи інноваційні технології, ефективно управління проектами та активне спілкування з усіма зацікавленими сторонами.

Зростаюча складність будівництва також наголошує на важливості інтеграції стійких та екологічно чутливих практик, які можуть мінімізувати негатив-

ний вплив на довкілля та місцеві спільноти. У кінцевому рахунку, успішне будівництво в сучасному світі вимагає балансу між технічними, економічними, соціальними та екологічними аспектами, щоб створювати стійкі та функціональні простори, що відповідають потребам сучасного суспільства

Література

1. Іваненко В. О. *Сучасні методи управління будівництвом*. Київ: ТОВ "Будівельник", 2019. 256 с.
2. Петренко А. П., Сидоренко В. І. *Менеджмент у будівельній галузі: Теорія та практика*. Львів: Видавництво "Астролябія", 2018. 312 с.
3. Ковальчук М. Я. *Управління проектами в архітектурі та будівництві*. Одеса: Видавництво Одеської політехніки, 2020. 289 с.
4. Сміт Дж. *Сучасне управління будівництвом*. Нью-Йорк, NY: Видавництво "Construction Press", 2021. 350 с.
5. Джонсон Л., Браун К. *Інноваційні підходи в цивільному інженерії*. Лондон, Великобританія: Springer, 2017. 408 с.
6. Вільямс Р. Т. *Управління міськими будівельними проектами*. Чикаго, IL: Видавництво Університету Чикаго, 2018. 376 с.
7. Девіс М. П. *Виклики в будівництві високої щільності у міських районах*. Бостон, MA: Academic Press, 2020. 332 с.

References

1. Ivanenko V. O. *Modern Methods of Construction Management*. Kyiv: "Builder" LLC, 2019. 256 p.
2. Petrenko A. P., Sydorenko V. I. *Management in the Construction Industry: Theory and Practice*. Lviv: "Astrolabe" Publishing, 2018. 312 p.
3. Kovalchuk M. Y. *Project Management in Architecture and Construction*. Odessa: Odessa Polytechnic Publishing, 2020. 289 p.
4. Smith J. *Modern Construction Management*. New York, NY: Construction Press, 2021. 350 p.
5. Johnson L., Brown K. *Innovative Approaches in Civil Engineering*. London, UK: Springer, 2017. 408 p.
6. Williams R. T. *Urban Construction Project Management*. Chicago, IL: University of Chicago Press, 2018. 376 p.
7. Davis M. P. *Challenges in High-Density Urban Construction*. Boston, MA: Academic Press, 2020. 332 p.

¹ M. Klys, Ph.D., Associate Professor, Department of Construction Organization and Management, ORCID iD: 0000-0001-6790-8281;

² M. Shebek, Ph.D., Professor, Department of Construction Organization and Management, ORCID iD: 0000-0002-1929-0234;

³ V. Oryshchenko, Assistant, Department of Construction Organization and Management, ORCID iD: 0000-0002-5081-1229.

^{1, 2, 3} Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

FACTORS OF CONSTRUCTION COMPLEXITY THAT DEFINE CONSTRAINED CONSTRUCTION CONDITIONS

Abstract. *In the modern world, construction is becoming an increasingly complex task, demanding attention to a multitude of factors that affect the efficiency and cost of projects. This article introduces the reader to eight main aspects that significantly complicate the construction process under contemporary conditions. Specifically, it examines such critical factors as challenges associated with construction near areas of intensive traffic, issues arising from working with a complex system of engineering communications, preservation of existing residential or industrial buildings and green areas, limitations of space for temporary utilities on the construction site, restrictions related to the use of construction cranes, potential conflicts with community organizations, challenges in areas with a high concentration of historical monuments or cultural values, and logistical constraints.*

A detailed analysis of each of these factors offers insights into the complexities faced by industry professionals in implementing construction projects. The article reveals that each of these aspects can significantly impact the overall budget of the project, its implementation timelines, and the final quality of work. Based on this, the authors emphasize the importance of in-depth planning, adaptation to challenges, the use of innovative approaches, and effective project management. Besides technical aspects, the article highlights the importance of considering social and environmental factors that can affect public attitudes towards the construction project and its long-term sustainability.

Thus, the article serves as an important resource for construction industry professionals, providing them with the necessary knowledge for a better understanding and resolution of the complexities of modern construction. Through a deep analysis of each factor, the article offers valuable advice and recommendations that can be used to increase efficiency, reduce costs, and enhance the quality of construction projects in complex urban environments. In conditions of increasing complexity of construction, especially in densely built-up urban environments, it is important not only to adhere to technical standards but also to be able to adapt to changing circumstances, ensuring the sustainability and longevity of the projects.

Keywords: *construction; project complexity; urbanization; engineering communications; construction logistics; construction cranes; community associations; historical limitations; cultural values; labor protection; construction project management; construction technologies; sustainable construction; development in dense areas.*

¹ **Г.Б. Башкіров**, orcid.org/0000-0002-5494-9997;

² **С.В. Бутнік**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівельного виробництва, orcid.org/0000-0001-9737-9421

¹ Харківський науково-дослідний криміналістичний центр МВС України, Харків,

² Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків.

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ НЕЕКСПЛУАТОВАНОЇ БУДІВЛІ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ЇЇ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У ВІДПОВІДНОСТІ З СУЧАСНИМИ ВИМОГАМИ

Анотація. Проблема відродження занедбаних об'єктів будівництва завжди існувала в Україні та за її межами. Збільшенню таких об'єктів сприяв розвал Радянського Союзу в 1991 р., коли зупинилася велика кількість підприємств. Наявність занедбаних об'єктів призводить до неефективного використання земельних ресурсів, порушенню екології, збиткам для держави і власників таких об'єктів.

Розв'язання проблеми подальшого використання занедбаних об'єктів нерухомості після їх реконструкції пов'язано з застосуванням проектних рішень, які повинні відповідати вимогам чинних будівельних норм.

В таких будівлях потрібно запровадити усі сучасні вимоги, які висувають під час проектування нових, а саме – заходів з енергозбереження, наявність захисних споруд, врахування вимог щодо додержання нормативів з питань створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення.

З початком війни з РФ суспільство України стикнулося також з проблемою катастрофічної недостатності об'єктів цивільного захисту.

В дослідженні розглянуто досвід модернізації занедбаної громадської будівлі дитячого садка. Був застосований метод візуального обстеження досліджуваного об'єкту, зіставлення результатів обстеження з наданою документацією і вимогами нормативних документів. В результаті реконструкції були виконані заходи у відповідності з сучасними вимогами, а саме: перепланування приміщень, підсилення несучих стін, влаштування сучасних систем інженерного обладнання, виконання сучасних енергоефективних заходів та вирішено питання створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Враховуючи факт воєнних дій на території України, проект реконструкції дитячого садка, на погляд авторів, містить вкрай недостатні та формальні рішення щодо влаштування об'єктів цивільного захисту – повноцінних сховищ від ракетно-бомбових ударів для забезпечення укриття людей, які там перебувають. Викладений матеріал може бути використаний під час реконструкції подібних занедбаних будівельних об'єктів та модернізації існуючих будівель для влаштування в них захисних укриттів для населення. Розглянуті основні технічні рішення щодо відновлення неексплуатованої будівлі.

Ключові слова: занедбаний об'єкт, захисна споруда, об'єкт цивільного захисту, укриття, реконструкція громадських будівель, підвальний поверх.

Вступ

На даний час в Україні є безліч занедбаних об'єктів нерухомості (ОН), які з різних причин стали незатребуваними. Такі об'єкти щорічно приносять матеріальні збитки, економічну та екологічну шкоди, як з точки зору власника, так і суспільства в цілому. Земельні ділянки, як важливий і дорогий ресурс, фактично виключаються з обороту. Будівлі, як правило, не охороняються і не законсервовані, стають джерелами екологічного забруднення, та часто причиною травмування та загибелі людей [1].

Власники таких об'єктів зобов'язані платити податки і мита, і страждають від невиправданих збитків, або не платять і тоді матеріальні втрати перекладаються на суспільство (державна або комунальна власність). Виникає реальна необхідність знайти для таких об'єктів варіанти подальшого раціонального використання, або їх ліквідувати та ефективно використати земельну ділянку.

Матеріали і методи досліджень

Останнім часом кількість неексплуатованих об'єктів в Україні значно зросла. До таких неексплуатованих об'єктів можна віднести пошкоджені будівлі та споруди, які зазнали руйнувань внаслідок обстрілів. На наш погляд треба з розумною заощадливістю відноситися до таких об'єктів. Після обстеження та позитивного висновку відносно залишкового ресурсу їх конструкцій такі будівлі можливо та потрібно реконструювати.

Розв'язання проблеми подальшого використання занедбаних об'єктів нерухомості пов'язано з застосуванням проектних рішень, які повинні відповідати вимогам чинних будівельних норм щодо забезпечення механічного опору та стійкості; дотримання вимог пожежної безпеки; безпеки життя і здоров'я людини та захисту навколишнього природного середовища; безпеки експлуатації; забезпечення захисту від шуму; економії енергії. В будівлях, що

підлягають реконструкції, потрібно запровадити усі сучасні вимоги, які висувають під час проектування нових, а саме – заходів з енергозбереження (зовнішнє утеплення стін та перекриття, встановлення сучасних вікон), наявність захисних споруд, врахування вимог щодо додержання нормативів з питань створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення [2, 3, 4, 5].

Питання виконання будівельних робіт в умовах реконструкції пов'язані з іменами відомих вчених: Д.Ф. Гончаренко, В.В. Савйовського, О.Л. Шагіна та інших [6, 7, 8]. Питанням доцільності відновлення неексплуатованих (занедбаних) об'єктів присвячений ряд публікацій таких дослідників як Баранов П.Ю. та Котляр М.І. [1, 9, 10, 11]. Однак необхідністю облаштування захисними спорудами неексплуатованих (занедбаних) об'єктів під час їх реконструкції не розглядав жоден з авторів.

Мета роботи

Аналіз проектних рішень при реконструкції занедбаного об'єкту громадського призначення на відповідність сучасним вимогам з енергозбереження, створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з інвалідністю, а також влаштування захисних споруд - об'єктів цивільного захисту для забезпечення укриття людей.

Виклад основного матеріалу

З початком воєнних дій Україна стикнулася з проблемою катастрофічної недостатності об'єктів цивільного захисту. До таких об'єктів відносяться окремо розташовані і вбудовано-прибудовані укриття. На сьогодні в Україні повноцінних сховищ в житлових та громадських будівлях, в т.ч. дошкільних закладах, немає. Адже поняття сховища передбачає спеціальне проектування та будівництво об'єкту, здатного витримати ракетно-бомбові удари. Діючими нормативними документами [12, 13, 14] для проектування передбачені рішення щодо забезпечення укриття мешканців будинку. Так, наприклад, п. 10.8 [14] містить пряму вказівку на необхідність здійснення інженерно-технічних заходів цивільного захисту відповідно до ДБН В.1.2-4 та ДСТУ Б А.2.2-7 при проектуванні закладів дошкільної освіти.

У складі будівель і споруд закладів дошкільної освіти передбачаються захисні споруди цивільного захисту або споруди подвійного призначення згідно з вимогами [3, 12, 13, 14]. На практиці, при проектуванні, останні 30-40 років ці рішення носили суто формальний характер та майже не виконувалися.

Новим Законом від 29.07.2022 р. № 2486-IX [4] п. 10 визначено, що проектна документація на будівництво обов'язково має містити розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту, у складі якого може передбачатися будівництво захисних споруд цивільного захисту або споруд подвійного призначення, а також проектні рішення щодо врахування вимог пожежної та техногенної безпеки, для: 1) об'єктів будівництва, що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів з середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, на яких постійно перебуватимуть понад 50 фізичних осіб або періодично перебуватимуть понад 100 фізичних осіб. В прикінцевих положеннях II даного Закону сказано, що протягом одного місяця з дня набрання чинності цим Законом треба розробити та затвердити плани розміщення і укриття населення в захисних спорудах цивільного захисту, спорудах подвійного призначення, найпростіших укриттях; забезпечити необхідну кількість місць у захисних спорудах цивільного захисту, спорудах подвійного призначення, найпростіших укриттях, зважаючи на чисельність населення; забезпечити приведення захисних споруд цивільного захисту, споруд подвійного призначення у відповідність із нормативними вимогами; забезпечити безперешкодний доступ населення до захисних споруд цивільного захисту, споруд подвійного призначення, найпростіших укриттів.

В змінах [3] до [12] міститься наступна термінологія споруд цивільного захисту:

- п. 3.3: протирадіаційне укриття [ПРУ] - споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості та дії звичайних засобів ураження;

- п. 3.4: споруда подвійного призначення [СПП] - наземна або підземна споруда (її окрема частина), що може бути використана за основним функціональним призначенням та для укриття населення і забезпечує відповідні захисні властивості захисної



Рис. 1. Фрагмент головного фасаду (в момент реконструкції 2020-2021 рр.)



Рис. 2. Фрагмент головного фасаду (праве крило) (в момент реконструкції 2020-2021 рр.)

споруди цивільного захисту (сховища, протирадіаційного укриття);

- п. 3.5 сховище - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних чинників надзвичайної ситуації та дії засобів масового ураження.

Розглянемо приклад реконструкції занедбаного об'єкту у Харківській обл. – дитячого садка (двоповерхової будівлі з підвалом), 1962 р. побудови, Н-подібної конфігурації в плані, яка не експлуатується з 1988 р. (рис. 1, 2).

Будівля, що розглядається, до 1982 р. мала громадське призначення – дошкільна установа. При виборі варіантів подальшого використання об'єкта нерухомості слід керуватися принципом найбільш ефективного використання, який згідно з [16] «... полягає в урахуванні залежності ринкової вартості об'єкта оцінки від його найбільш ефективного використання. Під найбільш ефективним використанням розуміється використання майна, в результаті якого вартість об'єкта оцінки є максимальною. При цьому розглядаються тільки ті варіанти використання майна, які є технічно можливими, дозволеними та економічно доцільними».

До факторів найбільш ефективного використання занедбаного будівлі в якості дитячого садка відносяться:

- існує об'ємно-планувальне рішення будівлі;
- розташування її у центральній частині міста;
- наявність розвинутої інженерної інфраструктури (підведені мережі централізованих водо-; тепло-; електро- та газо- постачання);
- наявність під'їзних шляхів та твердого дорожнього покриття;
- наявність великої прибудинкової території, що дозволяє будівництво додаткових будівель, споруд та малих архітектурних форм;

Будь-яке інше використання, а саме: під виробництво, житло, склади, офіс чи під ліквідацію з економічної, технічної та гуманітарної точок зору є неприпустимим чи неефективним, тому із запропонованих варіантів подальшого використання об'єкта найкращим варіантом реконструкції будівлі зі збереженням первинного цільового призначення у вигляді дитячого садку з урахуванням сучасних норм.

Основними задачами, які необхідно вирішити у процесі відтворення неексплуатованих (покинутих) об'єктів [9], є:

- оцінка технічного стану будівлі на основі вивчення наявної технічної документації та результатів технічного обстеження;
- аналіз ефективних проектних рішень та методів технології та організації робіт з відтворення подібних об'єктів;
- вибір та обґрунтування критерію оптимізації та обмежень виходячи з вимог БІМ (будівельно-інформаційні моделі) - технології;
- пошук оптимальної організаційно-технологічної моделі (ОТМ) з коректурою та узгодженнями за вимогами БІМ-технології».

Відповідно до [2] та проекту реконструйований об'єкт відноситься до класу наслідків СС2, що накладає підвищені вимоги щодо безпеки відвідувачів.

Проектні рішення надані у відповідності з сучас-

ними вимогами до громадських будівель, а саме, вибірково:

- генеральний план: запроєктовано розташування дитячих майданчиків, паркування, огороження території та ін. рішення;

Архітектурно-планувальні та технічні рішення передбачають:

- перепланування будівлі з розрахунку експлуатації приміщень для 6 груп дітей різного віку.

- збільшення будівельного об'єму з 5521,0 до 7649,95 м³;

- збільшення площ: загальної та забудови, відповідно з 1191,3 та 676,3 до 2126,23 та 911,92 м² за рахунок прибудов, пов'язаних з покращенням умов життєвого середовища та вимог пожежної безпеки (табл. 1);

- влаштування 2-го евакуаційного виходу з будівлі через зовнішні металеві сходи з ухилом 45° замість 60°;

- підсилення несучих стін в місцях влаштування нових дверних та віконних отворів та їх збільшення (рис. 3);

- обладнання сходів, що використовуються дітьми, огорожами заввишки 1,3 м з вертикальними елементами з просвітом 0,1 м без горизонтального членування (рис. 4);

- розташування поручнів для дорослих на висоті 0,85-0,9 м, а для дітей - біля стін або на огорожі сходів - на висоті 0,5 м (рис. 4);

- влаштування огорожі ґанків, що розміщені на рівні 0,45 м і більше від землі, на висоту 1,0 м;

- влаштування захисних ґрат на засклені дверях з двох боків на висоту 1,2 м;

- влаштування дверних прорізів без порогів та перепадів висот на шляхах евакуації з заповненням прорізів сучасними металопластиковими блоками з подвійним та потрійним склінням;

- виконання замість колишньої плоскої рулонної покрівлі нової вальмової покрівлі з металочерепиці по дерев'яних кроквах з влаштуванням технічних приміщень в об'ємі горіщного простору;

- врахування вимог щодо додержання нормативів з питань створення безперешкодного життєвого середовища для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення (пандуси з ухилом 1:20 відповідно до п. 10.1.5 [13] на шляхах пересування людей, огорожі та ін.);

- виконання сучасних енергоефективних заходів у вигляді: використання сучасних теплоізоляційних та оздоблювальних матеріалів; утеплення горіщного перекриття базальтовим плитним утеплювачем з гідробар'єром та пароізоляцією. Огороджувальні конструкції будинків і споруд, таким чином, запроєктовані так, що розрахункові значення величин приведенного опору теплопередачі, визначені з урахуванням теплопровідних включень згідно з ДСТУ Б В.2.6-189, та є не меншими, ніж нормативні значення, що встановлені ДБН В.2.6-31:2016; утеплення підвальної та цокольної частини будинку пінополістирольними плитами;

- влаштування станції біологічної очистки Standartpark СБО-15 зі скиданням очищених стоків в резервуар-накопичувач 50 м³ замість існуючої системи скидання неочищених стоків в вигрібну яму та дворової вбиральні без опалення та водопостачання.

Таблиця 1.

Основні техніко-економічні показники будівлі дитячого садку до реконструкції і після

№ п/п	Найменування показника	Од. виміру	Показники	
			до реконструкції	після реконструкції
1	Будівельний об'єм	м ³	5521,0	7649,95
2	Загальна площа	м ²	1191,3	2126,23
3	Площа забудови	м ²	676,3	911,92
4	Поверховість	кількість	2	2
5	Висота приміщень	м	2,5	3
6	Кількість дітей з персоналом	особа	110+29	110+29
7	Призначення	-	Громадське (дошкільний заклад)	Громадське (дошкільний заклад)



а



б

Рис. 3. Влаштування нових дверних прорізів та розширення існуючих з підсиленням.

- пропозиції окремих рішень щодо забезпечення укриття відвідувачів будинку та персоналу в захисній споруді – укритті на випадки надзвичайних ситуацій, військових дій та терористичних актів у приміщеннях підвального поверху (додатковий вихід з підвального приміщення) (рис. 6);

- перепланування підвального поверху для забезпечення необхідного складу приміщень для комфортного перебування осіб протягом 48 годин;

- розміщення нової теплової рамки;
- влаштування теплих підлог в ігрових кімнатах;
- збільшення висоти приміщення третього поверху до 3-х м за рахунок монолітного з/б поясу (рис. 5);

- виконання робіт по підсиленню, ремонту та відновленню майже всіх конструктивних елементів будівлі (підсилення перемичок та простінків) та заміни систем інженерного устаткування (рис. 3).

В проєкті реконструкції дитячого садка наведений лише опис укриття в загальній пояснювальній записці; є вказівка на необхідність його влаштування, однак відповідні конструктивні та планувальні рішення не розроблені.

Враховуючи зазначені недоліки проєкту та перебування України в стані війни пропонується при проєктуванні закладів дошкільної освіти виконувати наступні основні вимоги до цивільних захисних споруд всередині об'єктів цивільної інфраструктури (укриття П-9 за класифікацією [12] «Споруди подвійного призначення з властивостями ПРУ (проти-

радіаційне укриття)») у відповідності з [12-14]:

1) в об'ємі підвалу запроєктувати сховище, що буде складатися з основних та допоміжних приміщень. Норму площі підлоги основного приміщення на одного перехованого слід приймати рівною 0,5 м² при двох'ярусному розташуванні нар. Внутрішній об'єм приміщення повинен бути не менше 1,5 м³ на одного перехованого. Основні приміщення: кімната для перебування персоналу та медпункт мінімальною загальною площею 70 м² та об'ємом 174 м³ (враховуючі розрахункову кількість дітей та персоналу (110 + 29)*0,5 та (110 + 29)*0,5*(1,5+1,0). В якості мінімального набору допоміжних приміщень сховища передбачити фільтровентиляційні приміщення (ФВП) з відповідним устаткуванням та санітарний вузол. Місця для сидіння у приміщеннях передбачити розміром 0,45x0,45 м на одну людину;

2) передбачити наявність достатньої кількості розеток, освітлювальних приладів та системи автономного освітлення, в т.ч. аварійного;

3) входи в кількості 2-х у сховище обладнати тамбурами. Вхідні отвори у тамбурі передбачити захисно-герметичними з відчиненням за ходом евакуації людей;

4) на входах до споруд подвійного призначення з відповідними захисними властивостями встановити посилені двері з негорючих матеріалів. У зонах можливих руйнувань двері повинні забезпечувати захист від повітряної ударної хвилі з розрахунковим надмірним тиском до P = 20 кПа (0,2 кгс/см²). У міс-



Рис 4. Обладнання сходів поручнями для дітей та дорослих



Рис 5. Збільшення висоти приміщень за рахунок монолітного з/б поясу та цегляної кладки (в момент реконструкції 2020-2021 рр).



Рис 6. Влаштування додаткового виходу назовні з підвалу



Рис 7. Розширення існуючих віконних прорізів з підсиленням зі встановленням металопластикових віконних блоків з потрійним склінням

цях примикання полотна до дверних коробок двері ущільнюють та облаштовують засобами для затримування дверного полотна у відчиненому положенні. Для людей з інвалідністю ПРУ обладнують механічними пристроями для спуску та підйому, що можуть розміщуватися зовні або у внутрішньому просторі укриття [12-14];

5) враховуючи громадське призначення будинку у вигляді дитячого садку входи у приміщення, які пристосовуються під сходища, допускається влаштувати через загальні сходові клітки з влаштуванням також 2-го додаткового евакуаційного виходу назовні відповідно до п. 10.1.12 [13], бо приміщення сходища передбачають одночасне перебування більш ніж 50, а саме, за проектом, 139 (110 + 29) осіб;

6) передбачити для внутрішнього оздоблення приміщень захисної споруди застосування негорючих матеріалів або матеріалів з показниками пожежної безпеки не вище ніж Г2, Д2, Т2 (з коефіцієнтом димоутворення більше 750 м³/кг);

7) проектування захисної споруди цивільного захисту, здійснити з урахуванням можливості її використання у мирний час для господарських та побутових потреб у якості допоміжних приміщень будівлі (комори, склади негорючих матеріалів, тощо).

Висновки

У зв'язку з масовими руйнуваннями в Україні будівельних об'єктів в ході бойових дій проблема відновлення занедбаних та неексплуатованих будівель та споруд має стати більш актуальною. Пропонується під час реконструкції громадських будівель передбачати наявність захисних споруд всередині будівельних об'єктів у відповідності з нормативними вимогами. У разі неможливості використати підвальний поверх у якості укриття потрібно передбачити окремо розташовані або вбудовано-прибудовані укриття.

Література

1. Баранов П.Ю. О затратах на необходимые улучшения при оценке объектов недвижимости. Государственный информационный бюллетень о приватизации, №8-2011.
2. ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.04.2018 р. № 107 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (дата звернення 01.04.2022).
3. Зміни № 4 до ДБН В 2.2.5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони затверджено Наказом Держкоммістобудування України від 26.03.2019 р № 83 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (дата звернення 01.04.2022).
4. Закон України від 29.07.2022 № 2486-IX «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо забезпечення вимог цивільного захисту під час планування та забудови території». Електронний ресурс: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/pubFile/1425686>.
5. ДБН В.2.2-17:2006. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 02.11.2006 р. № 362 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (дата звернення 01.04.2022).
6. А.Л. Шагин. Реконструкция зданий и сооружений: учеб. пособие / А. Л. Шагин, Ю.В. Бондаренко, Д.Ф. Гончаренко, В.Б. Гончаров; под общ. Ред А.Л. Шагина; М.: Высшая школа, 1991. 352 с.
7. Д.Ф. Гончаренко. Технология демонтажных и строительно-монтажных работ при восстановлении частично разрушенного здания. Д.Ф. Гончаренко, Н.А. Меленцов, А.С. Константинов. Промислове будівництво та інженерні споруди, 2013. №1. С. 23-25.
8. Савиовский В.В. Техническая диагностика строительных конструкции здания. Харьков: «Форт», 2008. 560 с.
9. Баранов П.Ю., Котляр М.І. Башкіров Г.Б. Формування кількісних показників оцінки технічного стану неексплуатованих будівель та споруд. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА. 2018. Т. 99. №1. С 17-22.
10. Баранов П.Ю., Башкіров Г.Б., Котляр Н.І. Особенности обследования технического состояния и технологии восстановления неэксплуатируемых зданий и сооружений. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА. 2018. Т. 94. №4. С.70-75.
11. Башкіров Г.Б., Котляр М.І., Баранов П.Ю. Аналіз просторової жорсткості занедбаних безкаркасних цегляних будівель. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА. 2020, Т. 101. №2. С. 244-247.
12. ДБН В 2.2.5-97 Будинки і споруди. Захисні споруди цивільної оборони затверджено Наказом Держкоммістобудування України від 08.07.1997 р № 106 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (дата звернення 01.04.2022).
13. ДБН В 2.2-9:2018 Громадські будинки та споруди. Основні положення. затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 28.09.2018 р. № 260 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (дата звернення 01.04.2022).
14. ДБН В 2.2-4:2018 Заклади дошкільної освіти. затверджено Наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 25.04.2018 р. № 107 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (дата звернення 01.04.2022).

References

1. Baranov P.Yu. O zatraty na neobhodimyye uluchsheniya pri otsenke ob'ektov nedvizhimosti [Tekst] / Baranov P.Yu. // Gosudarstvennyy informatsionnyy byulleten o privatizatsii, №8-2011.
2. DBN V.1.2-14-2009 Zagalni printsipi zabezpechennya nadliynosti ta konstruktivnoyi bezpeki budiveli i sporud zatverdzheno Nakazom MinIsterstva regionalnogo rozvitku, budivnitstva ta zhitlovo-komunalnogo gospodarstva Ukraini vId 25.04.2018 r. № 107 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (data zvernennya 01.04.2022).
3. ZmIni № 4 do DBN V 2.2.5-97 Budinki i sporudi. Zahisni sporudi tsivilnoyi oboroni zatverdzheno Nakazom DerzhkommIstobuduvannya Ukraini vId 26.03.2019 r № 83 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (data zvernennya 01.04.2022).
4. Zakon Ukraini vId 29.07.2022 № 2486-IX «Pro vnesennya zmIn do deyakih zakonodavchih aktiv Ukraini schodo zabezpechennya vimog tsivilnogo zahistu pid chas planuvannya ta zabudovi teritoriyi» Elektronnyy resurs: <https://itd.rada.gov.ua/billInfo/Bills/pubFile/1425686>.
5. DBN V.2.2-17:2006 DostupnIst budinkiv i sporud dlya malomobilnih grup naseleNNya zatverdzheno Nakazom MinIsterstva regionalnogo rozvitku, budivnitstva ta zhitlovo-komunalnogo gospodarstva Ukraini vId 02.11.2006 r r. № 362 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (data zvernennya 01.04.2022).
6. A. L. Shagin. Rekonstruktsiya zdaniy i sooruzheniy [Tekst]: ucheb, posobie / A. L. Shagin, Yu. V. Bondarenko, D. F. Goncharenko, V. B. Goncharov; pod obsch. Red A.L. Shagina; - M.: Vyisshaya shkola, 1991.
7. D.F. Goncharenko Tehnologiya demontazhnyih i stroitelno-montazhnyih rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya. D.F. Goncharenko, N.A. Melentsov, A.S. Konstantinov - Promislove budivnitstvo ta inzhenerni sporudi, №1, str. 23 2013.
8. Savyovsky V.V. Technical diagnostics of constructions submitted [Text] / V.V. Savyovsky - Kh.: "Fort", 2008. - 560 p.
9. Baranov P.Yu. The formation of quantitative indicators for assessing the technical condition of unused buildings and structures [Text] / Baranov P.Yu., Kotlyar M.I., Bashkirov G.B. // Scientific bulletin of construction. Kharkiv: Khnuba. - 2018. - Vol. 99, No. 1, P. 17-22.
10. P.Yu. Baranov Peculiarities of surveying the technical condition and technologies of restoration of non-operational, abandoned and constructed [Text] / P.Yu. Baranov, G.B. Bashkirov, N.I. Kotlyar// Scientific Bulletin of Construction. - Kharkiv: Khnuba. - 2018. - Vol. 94, No. 4, pp. 70-75.

11. Bashkirov G.B. Analysis of spatial stiffness of abandoned frameless brick buildings [Text] / G.B. Bashkirov, M.I. Kotlyar, P.Yu. Baranov // Scientific Bulletin of Construction Kharkiv: KhNUBA. - 2020, - volume 101, number 2. P.244-247.
12. DBN B 2.2.5-97 Buildings and structures. Protective structures of civil defense were approved by the Order of the State Committee for Urban Development of Ukraine dated 07/08/1997 No. 106 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (date of application 01.04.2022).
13. DBN V 2.2-9:2018 Public buildings and structures. Substantive provisions. approved by the Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated September 28, 2018 No. 260 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (04/01/2022).
14. DBN V 2.2-4:2018 Preschool education institutions. approved by the Order of the Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine dated 04/25/2018 No. 107 URL: <http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc> (access date 04/01/2022).

¹ H. Bashkirov, orcid.org/0000-0002-5494-9997;

² S. Butnik, Cand. Sc. (Technology), Associate Professor, orcid.org/0000-0001-9737-9421.

¹ Kharkiv scientific research forensic center of the MIA (Ministry of internal affairs head of the department)

² Kharkiv National University of Construction and Architecture, Kharkiv.

TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE RENOVATION OF AN UNUSED BUILDING WITH THE PRESERVATION OF ITS INTENDED PURPOSE IN ACCORDANCE WITH MODERN REQUIREMENTS

Abstract. *In Ukraine and beyond, the problem of revitalizing neglected construction objects has always existed. The dissolution of the Soviet Union in 1991 led to an increase in such objects, as a large number of enterprises stopped operating. The existence of neglected objects leads to the inefficient use of land resources, environmental damage, and losses for the state and owners of such objects.*

The solution to the problem of further using neglected real estate objects after their reconstruction is related to the applying of design solutions that must meet the requirements of current building norms.

In such buildings, it is necessary to implement all modern requirements that are put forward during the design of new buildings, namely energy-saving measures, the presence of protective structures, compliance with requirements for creating an accessible living environment for people with disabilities and other low-mobility groups of the population.

With the beginning of the war with Russia, Ukrainian society has also faced the problem of a catastrophic shortage of civil defense facilities.

The research considers the experience of modernizing a neglected public building - a kindergarten. The method of visual inspection of the object under study was applied, comparing the results of the inspection with the provided documentation and requirements of normative documents. As a result of the reconstruction, measures were taken in accordance with modern requirements, namely, the redevelopment of premises, strengthening of load-bearing walls, installation of modern engineering equipment systems, implementation of modern energy-efficient measures, and the issue of creating an accessible living environment for people with disabilities and other low-mobility groups of the population was resolved. Considering the fact of military actions on the territory of Ukraine, the project of reconstructing a kindergarten, in the authors' opinion, contains extremely insufficient and formal decisions regarding the arrangement of civil defense facilities - full-fledged shelters from missile and bomb strikes to provide shelter for people who are there. The presented material can be used during the reconstruction of similar neglected construction objects and modernization of existing buildings to arrange protective shelters for the population. The main technical solutions for restoring an unused building have been considered.

Keywords: *neglected object, protective structure, civil defense facility, shelter, reconstruction of public buildings, basement floor.*

¹ **О.В. Філіппов**, аспірант кафедри організація і управління будівництвом, ORCID ID: 0000-0002-4601-1966;

² **Л.В. Шумак**, аспірантка кафедри економіка будівництва, ORCID ID: 0000-0002-5738-5744

^{1,2} Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ. НАЦІОНАЛЬНИЙ І ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД

Анотація. Процес цифрової трансформації організацій активно розвивається у всіх галузях, у тому числі й у будівельній індустрії, зокрема у проектуванні. Цей процес зачіпає та змінює не тільки продукцію, яку виробляють проектні та будівельні компанії, а й потребує повномасштабного реінжинірингу внутрішніх процесів підприємства за рахунок впровадження спеціалізованих цифрових продуктів. Однією з ключових тенденцій в Україні та міжнародній будівельній галузі є впровадження технологій інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) якнайшвидше. Сьогодні вже неможливо уявити сучасне проектування та будівництво без використання ВІМ. Нині рівень проникнення технологій інформаційного моделювання в Україні суттєво нижчий, ніж у країнах-лідерах з використанням ВІМ-технологій. У статті розглянуто ключові особливості вітчизняного та міжнародного досвіду застосування технологій інформаційного моделювання та виділено переваги ВІМ-технологій на різних етапах життєвого циклу проекту. Досліджено особливості українського досвіду у галузі реалізації технологій ВІМ. Виявлено причини проблем при впровадженні ВІМ-технологій та реалізації цих технологій у практиці українських та зарубіжних проектних підприємств, сформульовано ключові фактори, що впливають на рівень поширення цих технологій в Україні та за кордоном. Визначено якісні та кількісні вигоди від впровадження ВІМ-технологій у проектних компаніях. Зроблено висновки про перспективи розвитку інформаційних технологій у нашій країні та за кордоном.

Ключові слова: ВІМ-технології, інновації, технології інформаційного моделювання, будівництво та проектування, життєвий цикл проекту, цифровізація, ціноутворення, система кошторисних нормативів, аналіз витрат, учасники ринку, учасники будівництва, управління витратами, digital-skills, оптимізація бізнес-процесів, цифрова економіка, зниження витрат, організаціїно-фінансові параметри будівництва, цифрова трансформація будівництва, ВІМ-модель, цифрове підприємство, цифрове будівництво, технології штучного інтелекту.

Вступ

Постановка проблеми, її актуальність. Сьогодні у світі інформаційні технології проникли у всі сфери бізнесу. У будівельній галузі системи автоматизованого моделювання замінила технологія інформаційного моделювання будівель, відома як ВІМ від англійської аббревіатури ВІМ (Building Information Modeling). Інформаційне моделювання будівель (ВІМ) – це технологія інформаційного моделювання в архітектурі. ВІМ-модель – це інформаційне середовище, в якому пов'язані дані різних спеціалістів. Архітектор створює 3D-модель будівлі. Конструктори додають до неї результати розрахунків. Далі підключаються проектувальники інженерних систем, потім кошторисники. На виході виходить автоматично отриманий кошторис, заснований на плані - факт аналізу моделі та обсягу робіт. Сьогодні від проектних та будівельних підприємств все частіше потрібно надавати Замовникам ВІМ-моделі, розроблені за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (ПЗ). Насамперед, це стосується великих замовлень, де точність розрахунків та наочне уявлення результатів мають вирішальне значення. Крім того, уряд нашої країни робить позитивні кроки щодо впровадження ВІМ-моделювання у будівельну галузь. Архітектори ХХІ століття не потребують креслярського паперу-ватману та креслярської туші. Щоб отримати роботу у престижній проектній компанії та в майбутньому стати затребуваним спеціалістом на проектному ринку, студенти

професійних навчальних закладів вже на першому курсі починають вивчати основи автоматизованого проектування. У цій статті йдеться про застосування технології архітектурного моделювання ВІМ у будівництві на етапі проектування та розкривається секрет її популярності. ВІМ – це спосіб проектування будинків, основними особливостями якого є: 1. створення тривимірної моделі (3D моделі); 2. об'єднання всієї наявної інформації про майбутню споруду в єдине ціле (рисунок 1).

Аналіз сучасної вітчизняної та зарубіжної літератури з питань ВІМ-технологій. Проблема ВІМ-моделювання у галузі будівельного проектування вітчизняні та зарубіжні вчені займаються протягом багатьох років [1-18, 37, 38]. Американський архітектор Чак Істмен, у середині минулого століття, в одній зі своїх робіт уперше використав поняття "інформаційні моделі". Це поняття набуло розвитку в Європі та США до кінця 1980-х років. Сучасний термін "Building information modeling" ("інформаційне моделювання будівель") є результатом поєднання англійської (Product Information Model) та американської (Building Product Model) термінів. У 1986 році у науковій роботі Роберта Ейша (Robert Eisch) з'явилася робота, в якій були сформульовані основні засади нового підходу. Основна ідея вченого полягала у тому, щоб автоматизувати процес створення будівельних макетів. Вся необхідна інформація: кошториси, бази даних та тимчасові розрахунки, об'єднувалася в одну комп'ютерну 3D-модель. Роберт Ейш

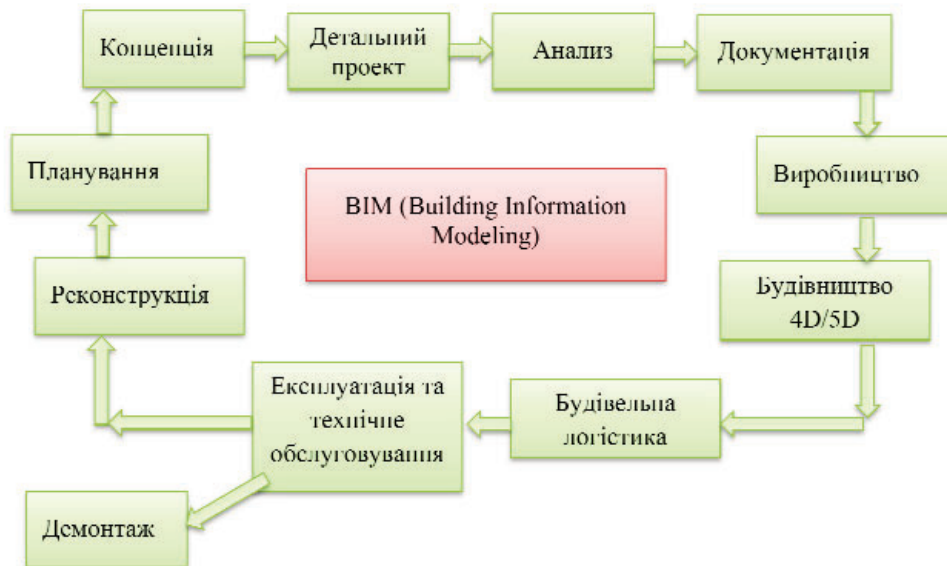


Рис. 1 Поняття BIM технології у будівництві (Авторська розробка)

використав цю теорію при реконструкції лондонського аеропорту Хітроу, наочно продемонструвавши її практичну цінність. Це була перша спроба впровадження системи моделювання будівель BIM у світовій будівельній галузі. Фахівцями у всіх країнах вона почала активно використовуватись з 2002 року [24-36, 39].

Виклад основного матеріалу

Єдиного загальноприйнятого визначення поки що не існує. Одні розуміють BIM-модель будівлі як готовий проект, інші як процес створення конструкції, треті – заперечують. Якщо уявити суть цього поняття через його основні ознаки, це комп'ютерна модель будівлі, в якій скоординована вся необхідна інформація про нього. При зміні одного параметра відбувається те саме з іншими параметрами. Якщо збільшити розмір об'єкта, програма покаже, як ваші дії вплинуть на схему електричної мережі. Створення такого проекту дозволяє оцінити внутрішній та зовнішній вигляд будівлі, зрозуміти витрати на будівництво, матеріали, робочу силу, обладнання, яке використовуватиметься, та як організувати процес всього будівництва. Це зручна та корисна форма, яка дозволяє врахувати всі нюанси та уникнути помилок при реалізації проекту. Спектр її застосування дуже широкий: 1) точна оцінка та планування витрат; 2) контроль за ходом робіт; 3) оцінка використаних матеріалів; 4) розрахунок майбутніх експлуатаційних характеристик; 5) узгодження будівель як об'єктів комерційної діяльності; 6) нагляд за ремонтом, переобладнанням, реставрацією та посиленням старих будівель; 7) порядок експлуатації; 8) знесення [1-7].

Інформаційне моделювання BIM-проектів дозволяє простежити життя будівлі від його закладки до знесення. Будівництво – трудомісткий процес, що вимагає участі великої кількості спеціалістів різних професій; BIM-проекування дозволяє представити їхню роботу як єдине ціле, прорахувати та ув'язати всі можливі варіанти розвитку подій, заздалегідь переконатися у відсутності помилок на стадії про-

екту, які можуть відгукнутися у майбутньому.

З інформаційними моделями працюють імениті архітектори та відомі будівельні компанії. У 2006 році під час будівництва Музею сучасного мистецтва в Колорадо за проектом Данієля Лібескінда виявилось можливим у кілька разів прискорити роботи та значно знизити витрати. Музей відкрився на рік раніше за термін, заощадивши скарбниці 400 тис. дол. США. У 2008 році один з найбільших і кращих архітекторів сучасності, лауреат Прітцкерівської премії 1989 року Френк Гері (Frank Owen Gehry, справжнє ім'я Ефраїм Оуен Гольдберг, англ. Ephraim Owen Goldberg), що стояв біля витоків музики школи у Майамі [45,46].

За останні кілька десятиліть інформаційне моделювання будівель перетворилося з "майбутнього" на "справжнє" світової будівельної індустрії. Проектувальники та Архітектори використовують BIM як основний інструмент. (Таблиця 1)

BIM – це підхід, який охоплює весь життєвий цикл будівлі. Починаючи з етапу проектування та активно застосовуючись у процесі експлуатації, реконструкції та навіть знесення, проектування в системі BIM – це нове життя для кожного проектного підприємства, яке вже ніколи не буде колишнім. Вибір програми має здійснюватися залежно від завдань, пріоритетів, цілей проектною компанією та бізнес-процесів, що вибудовуються у кожному проектному підприємстві. Універсальної системи немає. Є завдання та розділи, які проектним фірмам потрібно вирішувати та під які потрібно проектувати, та програми потрібно вибирати відповідні. Перехід на BIM – це не те, що можна вирішити придбанням програми. Якщо керівник компанії вважає, що перехід на BIM означає покупку та встановлення нової ліцензійної програми для проектування, ситуація дещо інша. Деякі проектні фірми гордо заявляють, що перейшли на BIM, але продовжують виконувати проекти з використанням старого програмного забезпечення. При цьому BIM-модель створюється виключно для того, щоб замовити готовий проект. Так, всі напрацювання можна експортувати зі старого про-

Використання BIM технологій у світовому проектуванні та будівництві

№ п/п	У якій країні застосовувалося інформаційне моделювання будівель	Найменування об'єкта. Використання BIM під час проектування
1	Великобританія	Перший інфраструктурний проект (Paddington), у якому використовується інформаційне моделювання – Crossrail – найбільший будівельний проект у Європі. Перша за останні 30 років повномасштабна лінія метро, яка буде збудована у Лондоні. За розрахунками, лінія перевезитиме понад 72 000 пасажирів на годину і дозволить майже вдвічі скоротити час, необхідний для поїздки з однієї частини міста до іншої. BIM: 1) забезпечує прозорість усіх процесів; 2) дозволяє знизити ризик втрати інформації на всіх етапах – від укладання контракту до завершення будівництва; 3) допоміг точніше визначити просторові взаємозв'язки між компонентами великого проекту та зменшити конфлікти між окремими командами. 3D-моделі містять найточнішу інформацію та надані операторам поїздів, що дозволило їм обслуговувати свої ділянки.
2	Сполучені Штати Америки	Комунальний центр міжнародного аеропорту Окленд. Технологія BIM відіграла ключову роль у проектуванні. Необхідно було створити єдиний проект для складного електророзподільного та механічного обладнання. Функціонування всього аеропорту залежить від ефективності комунального центру. Проектувальники використовувала програму Autodesk BIM 360 Glue, що допомогло їм приймати більш обґрунтовані рішення та створювати точні візуалізації (важливо для всіх учасників проектування). BIM 360 Glue дозволило оптимізувати робочий процес загалом та процес прийняття рішень зокрема: 3D-модель допомогла субпідрядникам швидко виявити та обговорити проблеми, завдяки чому робота над проектом просувалася швидше.
3	Сполучені Штати Америки	Виноробня Silver Oak Winery (виноробня "Срібний дуб"). За допомогою BIM була реконструйована після пожежі і через рік отримала платиновий сертифікат Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). Після реконструкції виноробня вступила до програми аудиту; результати річного періодичного аудиту підтвердили, що виноробня відповідає вимогам щодо нульових викидів, споживання енергії та води. Електроенергію виноробня "Срібний дуб" отримує також від 2595300 – ватних сонячних батарей, встановлених на даху будівлі. До початку будівництва було виявлено багато проблем цього проекту, що дозволило заощадити значний час та кошти на переробку. Думка Девід Дункан, генерального директора Silver Oak Winery: 1) BIM дозволив компанії заощадити сотні тисяч доларів; 2) BIM дозволив випробувати різні типи ізоляції. Для теплоізоляції кампусу виноробні використовувалися перероблені джинси Levi's. Можливість моделювання різних варіантів дозволила проектній групі порівняти теплові характеристики джинсової тканини зі скловолокном та

Використання BIM технологій у світовому проектуванні та будівництві

		пінополістиролом. Субпідрядник використовував BIM 360 під час проведення техніко-економічних випробувань конструкцій; BIM полегшив узгодження будівельної документації із проектною моделлю.
4	Таїланд	<p>Торговий центр WHIZDOM у Бангкоку.</p> <p>Проектна компанія Magnolia Quality Development Corporation Limited (MQDC) використовувала BIM для аналізу конструкції та енергоспоживання. Для зведення сучасної будівлі з низьким енергоспоживанням інформаційне моделювання допомогло: 1) змінити масивність будівлі; 2) визначити оптимальну орієнтацію конструкції; 3) розрахувати інші чинники. Ініціативу президента MQDC щодо використання інформаційного моделювання проектувальники не відразу прийняли, оскільки фахівці не були знайомі з даною технологією та вважали запровадження нової програми передчасним та економічно неефективним рішенням. Але адміністрація поступово впроваджувала BIM, і незабаром колектив почав розуміти переваги цього інструменту. У модель BIM 360 завантажувалась кожна деталь будівельного процесу. Таким чином, при проектуванні були враховані всі елементи, такі як труби, стіни та електричні кабелі. Замовник отримав 3D-модель майбутньої будівлі, що дозволило йому отримати повніше уявлення про результати будівництва, ніж, якби він бачив 2D-креслення.</p>
5	Норвегія	<p>Офісна будівля нафтової компанії Statoil.</p> <p>У плані нагадує хештег: п'ять однакових блоків, поставлених один на одного, розташовані таким чином, щоб у будинок проникало максимум денного світла, і відкривався найкращий вид на фіорд. BIM допоміг проектувальникам вкластися у встановлений термін, оскільки вирішальним фактором у цьому проекті був час, а архітектори і будівельники мали всього 20 місяців з моменту початку робіт до їх завершення. До будівлі пред'являлися жорсткі вимоги, і ці завдання було вирішено за допомогою засобів інформаційного моделювання: 1) він мав бути багатофункціональним, екологічним та сучасним; 2) офісні приміщення мали легко трансформуватися з великих конференц-залів у відкриті простори.</p>
6	Норвегія	<p>Консольний бетонний міст Рандсельва.</p> <p>Розташований поблизу міста Хенефосс, за 50 км від Осло. Довжина мосту 634м. Основний проліт мосту складає 200м. Він спирається на шість опор заввишки від 5 до 42м. 70% елементів мосту ґрунтуються на параметричному проектуванні: у BIM було спроектовано 200 тисяч арматурних стрижнів та 250 тросів постнатягу. За допомогою BIM проектні компанії із чотирьох різних країн змогли працювати над проектом дистанційно. Замовник проекту, Норвезьке дорожнє управління, виступає за роботу з технологією BIM, стверджуючи, що така робота потребує менше коригувань, ніж 2D-креслення. Інформаційне моделювання допомогло швидше виявити невідповідності та зрозуміти обсяг робіт на об'єкті, оскільки міст відрізняється складною та тонкою геометрією. Поєднання важкої арматури та анкерного кріплення кабелю</p>

		пінополістиролом. Субпідрядник використовував BIM 360 під час проведення техніко-економічних випробувань конструкцій; BIM полегшив узгодження будівельної документації із проектною моделлю.
4	Таїланд	Торговий центр WHIZDOM у Бангкоку. Проектна компанія Magnolia Quality Development Corporation Limited (MQDC) використовувала BIM для аналізу конструкції та енергоспоживання. Для зведення сучасної будівлі з низьким енергоспоживанням інформаційне моделювання допомогло: 1) змінити масивність будівлі; 2) визначити оптимальну орієнтацію конструкції; 3) розрахувати інші чинники. Ініціативу президента MQDC щодо використання інформаційного моделювання проектувальники не відразу прийняли, оскільки фахівці не були знайомі з даною технологією та вважали запровадження нової програми передчасним та економічно неефективним рішенням. Але адміністрація поступово впроваджувала BIM, і незабаром колектив почав розуміти переваги цього інструменту. У модель BIM 360 завантажувалась кожна деталь будівельного процесу. Таким чином, при проектуванні були враховані всі елементи, такі як труби, стіни та електричні кабелі. Замовник отримав 3D-модель майбутньої будівлі, що дозволило йому отримати повніше уявлення про результати будівництва, ніж, якби він бачив 2D-креслення.
5	Норвегія	Офісна будівля нафтової компанії Statoil. У плані нагадує хештег: п'ять однакових блоків, поставлених один на одного, розташовані таким чином, щоб у будинок проникало максимум денного світла, і відкривався найкращий вид на фіорд. BIM допоміг проектувальникам вкластися у встановлений термін, оскільки вирішальним фактором у цьому проекті був час, а архітектори і будівельники мали всього 20 місяців з моменту початку робіт до їх завершення. До будівлі пред'являлися жорсткі вимоги, і ці завдання було вирішено за допомогою засобів інформаційного моделювання: 1) він мав бути багатофункціональним, екологічним та сучасним; 2) офісні приміщення мали легко трансформуватися з великих конференц-залів у відкриті простори.
6	Норвегія	Консольний бетонний міст Рандсельва. Розташований поблизу міста Хенефосс, за 50 км від Осло. Довжина мосту 634м. Основний проліт мосту складає 200м. Він спирається на шість опор заввишки від 5 до 42м. 70% елементів мосту ґрунтуються на параметричному проектуванні: у BIM було спроектовано 200 тисяч арматурних стрижнів та 250 тросів постнатягу. За допомогою BIM проектні компанії із чотирьох різних країн змогли працювати над проектом дистанційно. Замовник проекту, Норвезьке дорожнє управління, виступає за роботу з технологією BIM, стверджуючи, що така робота потребує менше коригувань, ніж 2D-креслення. Інформаційне моделювання допомогло швидше виявити невідповідності та зрозуміти обсяг робіт на об'єкті, оскільки міст відрізняється складною та тонкою геометрією. Поєднання важкої арматури та анкерного кріплення кабелю

Використання BIM технологій у світовому проектуванні та будівництві

		ускладнювало проект у багатьох ділянках. Для будівництва мосту потрібно було виконати 200 етапів заливки. При методі створення відомості згинання стрижнів вручну для кожного етапу, зайняло б багато часу і помилки були б неминучими. Весь процес армування було змодельовано та промарковано по стадіях заливання. Підрядник зміг автоматично витягти списки згинання стрижнів з експортного файлу IFC. Це дозволило швидко усунути помилки.
7	Китай	Шанхайський Діснейленд. Щоб придумати цікавий дизайн з елементами занурення при будівництві використовувався BIM. Використання BIM допомогло авторам проекту (працювало кілька команд) реалізувати його. Фахівці використали хмарні засоби спільної роботи. Це дозволило оперативно обговорювати доцільність, вартість та терміни реалізації проекту. BIM використовувався для об'єднання багатьох елементів проекту в одну 3D-модель. Кожна команда відповідає за свою частину та завантажувала створені компоненти на повну модель. Потім експерти разом з іншими учасниками проекту могли проаналізувати нестиковки та знайти альтернативні варіанти. Щоб зробити вигляд Зачарованого замку максимально схожим на замок із фільмів, після того, як основний проект будівлі було завершено, дизайнери додали до 3D-моделі елементи.
8	Китай	Спіралеподібний хмарочос у Шанхаї (Шанхайська вежа). Башта стоїть поряд з двома іншими висотними будинками в Шанхаї. Її висота 632м. Входить до десятки найвищих будівель у світі за версією Ради з висотних будівель та міського середовища (CTBUH - Council on Tall Building sand Urban Habitat). У будівлі 127 поверхів, де розташовані офіси класу "A", конгрес-центр, розважальні центри, розкішний готель, культурні об'єкти та магазини. Від China Green Building вежа отримала 3-зірковий рейтинг та платиновий сертифікат LEED® Platinum від Ради з екологічного будівництва США. Спіральна вежа відома у всьому світі. BIM став основним інструментом Gensler під час проектування. Фахівці Gensler від початку роботи над проектом використовували BIM, програми Revit Architecture, Structure і MEP. Співробітники могли працювати паралельно завдяки програмному забезпеченню Autodesk Navisworks Manage. Інформаційне моделювання будівлі допомогло вежі повертатись на 120 градусів. В результаті проектувальники мінімізували вплив тайфунів на конструкцію та знизили енергоспоживання на 21%.

(Авторська розробка)

грамного забезпечення до нової програми. У цьому автоматизуються все процеси проектування, які можна описати правилами. При переході на BIM можна виділити кілька етапів: 1-й етап – Прийняти рішення наслідувати нову технологію, економити час, автоматизувати всі процеси, які можуть бути алгоритмізовані, та викоринити людський фактор. 2-й етап – Розробити внутрішні регламенти. Непросто запроваджувати нові там, де старі погано працювали. Упорядкування бізнес-процесів прискорить викори-

стання. 3-й етап – Вибрати програму для BIM-технології – існують чудові програми, такі як Renga, Revit, ArchiCAD, Alplan, Tekla і т.д., кожна з яких має свої переваги та особливості. 4-й етап – Навчання. Воно може проводитись як у режимі офлайн, так і онлайн. Далі-впровадження та супровід. "Пілотний" проект – тимчасовий проект, призначений для перевірки життєздатності унікального запропонованого рішення. Тимчасовий проект – для нього встановлено дату завершення. А рішення унікальне – результати вико-

нання проекту мають бути відмінними від усіх інших запропонованих рішень [40, 42-44].

В Україні технологія BIM у проектуванні тільки починає освоюватися, і перші кроки на шляху до практики тільки робляться. Однак потенціал застосування 3D-моделювання в будівництві вже неодноразово підтверджено на практиці в усьому світі: при будівництві хмарочоса One Island East у Гонконгу у 2008 році при створенні інформаційної моделі було виявлено понад 2000 технічних помилок. Впровадження BIM-технології дозволило заощадити 40 млн. доларів США у процесі будівництва.

При впровадженні BIM необхідний комплексний підхід, який потребує зміни технології проектування, організації процесу проектування та психології проектувальника, а чи не зміни комп'ютерних програм. За оцінкою можливості здійснення комплексного підходу щодо впровадження BIM-технологій можна зробити висновки: 1. BIM-технологія в кінцевому підсумку дозволить заощадити кошти, а держава ініціюватиме її впровадження. Чим на грамотніших і кваліфікованих підприємствах здійснюватиметься цей процес, тим більш конкурентоспроможними вони будуть на ринку реалізації інвестиційно-будівельних проектів. Необхідна нова організація відносин між усіма учасниками реалізації інвестиційно-будівельних проектів, і для кожного з них робота у BIM є вигідною. 2. Найкращі результати дає комплексний підхід поетапної реалізації, у якому зацікавлені як інвестор, і майбутній власник будівлі. У процесі просування технології державні замовлення відіграють велику роль. BIM слід впроваджувати

поетапно, починаючи з найслабших ланок компанії. Назва "BIM" не гарантує успіху, оскільки необхідно змінити психологію та технологію проектування. Необхідно спиратися на ініціативу співробітників, які готові перейти на нову технологію. Різні категорії співробітників по-різному ставляться до інновацій, тому підтримки ефективності компанії необхідно спиратися з їхньої ініціативи. 3. Продуктивність праці знижується при першому впровадженні BIM. Впровадження BIM-технологій, як і будь-якої іншої інновації, потребує інвестицій. Повинна змінитись сама організація проектування. Потрібні внутрішні кадрові зміни, необхідно залучити або навчити нових фахівців з BIM-менеджменту [40, 42, 44].

У таблиці 2 надано комплексний підхід впровадження BIM-технологій у проектні підприємства: розглянуто прогнози впровадження BIM-технологій у проектні компанії.

Переваги для BIM-проектувальників. Створення планів будівель є найбюджетнішим етапом будівництва. Вкладені в нього кошти становлять лише 5% від загальної вартості будівництва. Однак про рахунки Проектувальника, наприклад, упущення дрібних деталей або недогляд, можуть призвести до збільшення кошторисної вартості. Помилки, допущені на етапі проектування, можуть відгукнутися не лише на етапі будівництва, а й у процесі експлуатації. До них відносяться обвалення стель, іскріння проводки та руйнування даху під дією вітру.

Одним із найбільших світових постачальників рішень для CAD/CAM проектування на даний момент є Компанія ZWSOFT (ZWCAD Software Co.,

Таблиця 2

Прогнози впровадження BIM-технологій у проектні підприємства

<p>Прогноз 1</p> <p>Впровадження BIM власними силами проектної компанії</p>	<p>Здійснює керівництво</p>	<p>Призначає спеціаліста, відповідального за технологію BIM та її впровадження. Поточне проектне навантаження на цього фахівця не буде знято</p>	<p>Призначений фахівець</p>	<p>Зразковий перелік заходів-робіт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - занурення в інформаційне моделювання; - Вибір тривимірної САПР(CAD або CADD: аббревіатура від Computer-Aided DesignSystem) та освоєння методів проектування у 3D CAD; - створення методик для покращення існуючих процесів креслення; - розробка організаційних стандартів створення ПСД; - практичне застосування технології. Спочатку на власній тематиці. <p>У той же час, фахівець продовжує нести повну відповідальність за проектування.</p>
<p>Прогноз 2</p> <p>Комплексний підхід до впровадження BIM-технологій</p>	<p>Здійснює керівництво</p>	<p>В організаційній структурі виділяє функціональні підрозділи, у тому числі відповідальні за всі етапи BIM – від 3D-моделі проекту до кошторису. Ці фахівці проходять разове навчання та стажування у спеціалізованих ангажованих компаніях. Решта фахівці проектного підприємства проходять навчання в поточному графіку.</p>	<p>Організаційний підрозділ з контролю BIM</p>	<p>Зразковий перелік заходів-робіт:</p> <ul style="list-style-type: none"> - занурення в галузь компетенції кожного спеціаліста (або групи спеціалістів); - Розробка просторової (3D) моделі об'єкта, що будується, з прив'язкою до календарно-мережевого графіку проекту (4D); - візуальна деталізація вартості проекту (5D); - Систематизація інформації про конструкцію самого об'єкта та всіх технічних систем, які будуть встановлені на об'єкті (6D).

Прогнози впровадження BIM-технологій у проектні підприємства

Прогноз 3	Залучення стороннього підприємства	Здійснює керівництво	Представляє потребу впровадження технології BIM перед власником проектної компанії. Отримує схвалення та приступає до виконання робіт. Знаходить чи просто запрошує системних інтеграторів, постачальників програмного забезпечення та проектних рішень. Строк виконання та обсяг запропонованих робіт визначаються договором.	Компанія з впровадження	Зразковий перелік заходів-робіт. - вивчення та ознайомлення з існуючими бізнес-процесами проектного підприємства; - розробка організаційних стандартів на проектну документацію (ПСД) у вдосконаленому форматі; - обґрунтування вибору та впровадження 3D CAD, його розгортання або приведення існуючих моделей 3D CAD у відповідність до організаційних стандартів; - створення робочої групи з експертів усіх спеціальностей, що беруть участь у роботах з впровадження, та вибір об'єктів для "пілотного проекту". Навчання робочої групи основним інструментам 3D CAD; - Реалізація "пілотного" проекту.
Результати за прогнозами					
Прогноз 1	Впровадження BIM власними силами проектної компанії	<ul style="list-style-type: none"> - Створено тривимірні моделі об'єктів у єдиному полі. - відбувається розробка стандартів проектної компанії, що переходить від двовимірного проектування до тривимірного проектування. - Стандарти на площинне проектування можуть бути відсутніми, але це рідкість. - У кращому разі технологією тривимірного проектування володіє лише одна дисципліна. - До технології BIM ми не дійшли навіть у рамках однієї дисципліни. - Керівництво не залучено до робочого процесу. - Немає звільнення від поточної проектної діяльності. - Робота завжди починається у найбільш знайомій дисципліні. 			
Прогноз 2	Комплексний підхід до впровадження BIM-технологій	<p>Проектне підприємство отримує основу для впровадження BIM: фахівців, які розуміють концепцію BIM, та готові організувати навчання персоналу та організацію робочих місць:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для розробки просторових (3D) моделей об'єктів, що будуються, пов'язаних з календарно-мережевими графіками проектів (4D); - для розробки візуальної деталізації вартості проекту (5D); - Для систематизації інформації, як про сам проект об'єкта, так і про всі технічні системи, встановлені на об'єкті (6D). 			
Прогноз 3	Залучення стороннього підприємства	<ul style="list-style-type: none"> - Для існуючих технологій плоского проектування створено стандарти проектних компаній. - Основні прийоми тривимірного проектування відпрацьовуються як за групової роботи, і при міждисциплінарному взаємодії дисциплін. Насамперед, глибина та обсяг опрацювання, визначаються термінами виконання робіт, обраним об'єктом та грамотністю команди (робочої групи). <p>Для Замовників:</p> <ul style="list-style-type: none"> - група фахівців підготовлених, готових поділитися своїми знаннями та досвідом з колегами; - Для кваліфікованих Підрядників – рекомендації щодо зміни кадрових та організаційно-рольових функцій процесу проектування стосовно особливостей продукції Замовника та з урахуванням 3D CAD; - Можливість розвитку та масштабування робіт за бажання. 			

Прогнози впровадження BIM-технологій у проектні підприємства

Труднощі та помилки	
Прогноз 1	<p>Впровадження BIM власними силами проектною компанією</p> <ul style="list-style-type: none"> - Керівництво не бере участі у робочому процесі. - Ніколи немає звільнення від поточної проектної діяльності. - З найбільш знайомих дисциплін завжди розпочинається робота. - Всі інші дисципліни залишаються в його компетенції. - Не наділені достатніми повноваженнями призначені, але не звільнені спеціалісти. - Призначені фахівці не завжди мають бачення, необхідне для міждисциплінарної роботи, організаторські здібності та системний підхід. - Масштабам поставленого завдання не відповідають зусилля, що витрачаються. <p>Висновки.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отримано одну складову проектної моделі. - 3D-проекткування в рамках однієї спеціалізації було продумано, але технологія BIM не була ініційована. <p>Такий прогноз можливий лише для невеликого проектного підприємства з обмеженим фінансуванням, яке спеціалізується на виробництві одного розділу проектно-кошторисної документації.</p>
Прогноз 2	<p>Комплексний підхід до впровадження BIM-технологій</p> <p>Помилки можуть виникати через неправильний, невдалий вибір керівників напрямків, вплив людського фактора.</p> <p>Висновки.</p> <p>Завдяки уточненню та розмежуванню кордонів відповідальності за всі етапи BIM та навчанням із залученням консалтингових послуг паралельно з гарною організаційною роботою впровадження BIM у практику організації відбувається набагато швидше, ніж під час опори на штатних чи найманих фахівців.</p> <p>Корпоративні переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> - скорочення термінів узгодження проектів до п'яти разів. - Оптимізація графіка виконання робіт. - підвищення ефективності витрачання ресурсів. - формування єдиного розуміння всіма учасниками деталей реалізації проекту. - Підвищення якості прийнятих управлінських рішень за рахунок доступу до повної, якісної та своєчасної інформації щодо проекту в єдиному інформаційному середовищі. - підвищення якості комунікацій на проекті між учасниками проекту. - Можливість накопичення та використання великого обсягу інформації про об'єкт у єдиному інформаційному середовищі.
Прогноз 3	<p>Залучення стороннього підприємства</p> <ul style="list-style-type: none"> - Керівництво контролює процес виконання операційної діяльності за допомогою фінансових та інших звітів, але не по суті отриманих результатів. - Фахівці рівня ГППу до роботи не залучаються. - Дуже складно пояснити необхідність проведення попередніх робіт (обстежень) чи додаткових робіт (архівування). - Співробітники робочої групи відволікаються на поточну роботу. - Взаємини між компаніями Замовник-Підрядник в основному орієнтовані на навчання та реалізацію одного "пілотного" проекту. На практиці один об'єкт виявився недостатнім для побудови 3D-технології, не говорячи вже про BIM-технологію. <p>Висновки.</p> <p>Успіх у цьому прогнозі близький до очікувань, але з ідеальний. Цей прогноз найбільш коректний для проектних фірм, що займаються проектуванням комплексів цивільного будівництва, але не оптимальний для багатопрофільних проектувальників, проектних підприємств, що проектують універсальні промислові об'єкти, або фірми повного циклу "проекткування-будівництво-експлуатація".</p>

(Авторська розробка)

Ltd), створена в 1998 році. Основними програмними продуктами ZWSOFT (ZWCAD Software Co., Ltd) є: 1. ZWCAD – система автоматизованого 2D/3D проектування. 2. ZW3D – універсальне CAD/CAM рішення. Компанія ZWSOFT провела опитування серед будівельних компаній. Аналіз отриманих даних показав, більшість проектних підприємств вважають витрати на 20% нормативної величиною вартості. За фактичними бухгалтерськими звітами, отриманими від проектних фірм, реальна цифра більш ніж удвічі вища: на кожне окреме замовлення витрачається на 50% більше грошей, ніж планувалося. Працюючи з інженерними мережами найчастіше проблеми виникають: неправильно розраховують кількість необхідного матеріалу чи забувають просвердлити необхідні отвори. Результати спільної роботи архітекторів, конструкторів та інженерів є незадовільними, оскільки вони рідко спілкуються один з одним. 2D-креслення не вирішують цієї проблеми, оскільки не розраховані на використання в реальному будівництві [10, 11, 14, 17].

BIM програми автоматично виявляють навіть невеликі дефекти на етапі проектування. На відміну від традиційних методів САПР, дефекти виявляються лише у процесі будівництва нового будинку чи за його заселенні. Зводяться до мінімуму непередбачені витрати. Фахівці бачать зміни, які їх колеги вносять, записують їх і відстежують, як нові параметри впливну на їхню зону контролю. В одному будинку можуть одночасно працювати люди різних професій, а також кілька компаній. Це дуже зручно, коли плануються великі загальноміські проекти чи мережеві торгові об'єкти. Програми BIM та технології інформаційного проектування також забезпечують безперебійну та злагоджену роботу на будівельних майданчиках: 1) чітко розподіляється робота між бригадами; 2) мінімізуються помилки у графіках закупівель матеріалів та обладнання. 3) керівники можуть легко управляти грошовими потоками. 4) крадіжка виключена. 5) усі витрати відстежуються, всі ціни фіксуються. 6) усі співробітники можуть переглядати комерційні пропозиції та фінансові звіти. Єдиним серйозним недоліком цього є те, що його важко освоїти. З недовірою ставляться до інновацій архітектори старої школи, навіть якщо вони модернізують і прискорюють роботу. Деякі користувачі стверджують, що програмне забезпечення для інформаційного моделювання "глючить" і дає збої. Однак це витрати техніки, а не самої технології. При виборі ліцензійної версії від компанії ZWSOFT, проекти втілюються в життя легко і швидко [1, 4, 8, 9].

Сьогодні на ринку BIM-програм представлений широкий спектр рішень, що дозволяють проектувати у 3D-форматі та використовувати їх на всіх етапах будівництва. Найбільш популярними програмами BIM-проектування в Україні є AutoCAD Architecture, Revit та Allplan Architecture. Компанія Autodesk розробила AutoCAD Architecture – один з найбільш відомих програмних продуктів, що спеціалізується на архітектурному проектуванні, що володіє широкими функціональними можливостями для створення різних архітектурних елементів, таких як стіни, вікна, двері, сходи та балкони. Крім того, у ньому можна створювати 2D-креслення та обмінюватися даними з іншими BIM-додатками. Компанія

Autodesk розробила ще одну BIM-систему - Revit - програма, призначена для проектування будівель, споруд та об'єктів інфраструктури, що дозволяє користувачам створювати проекти, що включають як архітектурні, так і інженерні рішення. Крім того, програма дозволяє моделювати об'єкти у 3D-форматі, створювати специфікації та розрахунки, координувати проекти між різними учасниками. Компанія Nemetschek розробила BIM-додаток – Allplan Architecture. Призначена програма для створення проектів будівель та споруд будь-якої складності. Для створення 3D-моделей будівель та виконання розрахунків, а також можливість створення детальних креслень та специфікацій програма Allplan Architecture має великий набір інструментів. Важливо, на всіх етапах будівництва та управління проектом всі ці програми можуть бути інтегровані з програмою Dedal CPMS, що дозволяє використовувати отриману під час проектування інформацію. В українській дійсності використання технології BIM у будівництві пов'язане з такими завданнями на великих виробничих об'єктах: 1) аналізувати стан будівель та інженерних систем; 2) легко планувати та розраховувати ремонт та заміну обладнання; 3) ефективно та оперативно реагувати на аварійні ситуації. Усього існує і доступно п'ять рівнів деталізації: 1) попереднє проектування; 2) розробка загальних технічних рішень; 3) детальне опрацювання проекту; 4) підготовка (розробка) робочої документації; 5) розробка виконавчої документації. BIM-проект, залежно від потреб Замовника, може бути поданий абстрактною об'ємною моделлю з приблизними параметрами або конкретною збіркою з докладним описом усіх фактичних форм, розмірів, просторового становища, орієнтації та всіх відповідних атрибутів. Щоб реально реалізувати проект у 5D-моделі з трьома інтегрованими компонентами: сам об'єкт (3D), час (4D) та вартість (5D) цього буде достатньо [22, 23, 40-43].

В Україні Рада Міністрів схвалила та внесла до Верховної Ради законопроект про початок впровадження технології інформаційного моделювання (BIM) у будівельній галузі. Якщо цей закон буде ухвалено, то за кілька років така технологія стане обов'язковою при будівництві об'єктів, що фінансуються державою. Про це стало відомо за підсумками міністерської наради Дениса Шмигала 2 грудня 2021 року. Законопроект №6383 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM - технології)» на всіх етапах життєвого циклу об'єктів та науково-технічного супроводу об'єктів, удосконалення процедури обстеження об'єктів. Згідно з пояснювальною запискою до цього законопроекту, він необхідний для загальної цифровізації будівельного процесу і дозволить відстежувати стан об'єкта «в цифровому вигляді» на всіх етапах його життєвого циклу. У більшості розвинених країн технологія BIM вже активно використовується при проектуванні будівельних об'єктів, зокрема її використання є обов'язковим для проектів державних закупівель. В українській будівельній галузі рівень цифровізації ще не такий високий, і технологія BIM поки що застосовується лише окремими проектними підприємствами. Згодом у нашій країні ця ситуація

зміниться, і будівництво буде модернізовано, стане сучасним [19-21, 48].

Висновок

Технологія BIM відіграє важливу роль у майбутньому будівельної галузі – це ефективний та інноваційний підхід до проектування, будівництва та експлуатації будівель та споруд. Використання BIM дозволяє: 1) значно підвищити якість та точність проектів; 2) скоротити витрати та час на проектування та будівництво; 3) вона забезпечує ефективну координацію робіт між учасниками проекту; 4) підвищує безпеку об'єкта. Розвиток технологій віртуальної та доповненої реальності сприятиме подальшому розширенню застосування BIM та дозволить більш точно та реалістично візуалізувати об'єкти. Це не тільки підвищить ефективність та якість проектування та будівництва, а й дозволить отримувати більш точну та своєчасну інформацію для управлін-

ня об'єктом у процесі експлуатації. Досвід розвинених країн підтверджує актуальність застосування технології BIM. Розвиток інформаційних технологій не зупиняється, впевнено та обґрунтовано впроваджується та здійснюється в нашій країні та у провідних країнах світу. У галузі проектування будівельних об'єктів удосконалюються: 1) підходи та засоби виконання проектних робіт; 2) систематизується досвід розробки прогресивних концепцій. В Україні консерватизм у цій галузі, як правило, ґрунтується на незнанні, нерозумінні та відсутності інтересу до прогресивних рішень у галузі BIM – проектування. Подібні стереотипи не покликані вивести проектно-будівельну галузь більш високий рівень розвитку. Тому об'єктивна необхідність участі у напрямі світового розвитку цієї галузі є питанням першочергового значення. Керівництво нашої країни докладає у цьому напрямі величезних зусиль [44-47].

Література

1. Андрухов В.М., Наскрізіні інформаційні технології супроводу будівельних інвестиційних проектів на протязі їх життєвого циклу. *Будівництво України*. № 6. С. 2-7. 2009.
2. Андрухов В.М., Матвійчук В.В., Колесник А.О., Наскрізіні автоматизовані технології в проектуванні багатопверхових житлових будівель, *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. № 2. С. 104-109. 2018.
3. Андрухов В.М., Матвійчук В.В., Колесник А.О., BIM - технології проектування. Особливості впровадження та розвитку в Україні. *Містобудування та територіальне планування*. №40(11), С. 58-66, 2011.
4. Андрухов В.М., Матвійчук В.В., Про один з можливих варіантів запровадження BIM - технологій в практику моделювання будівельних об'єктів. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. *Будівельні конструкції*. Вінниця. №2, С. 19-24, 2018. DOI 10.31649/2311-1429-2018-2-19-24.
5. Беленкова О.Ю. Стратегія та механізми забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств на основі моделі сталого розвитку: монографія. Київ: Ліра-К, 2020. 512 с.
6. Беленкова О., Дубінін Д., Калашніков Д. Цифрова трансформація будівництва і девелопменту території як імператив формування стратегій учасників будівельного процесу. *Містобудування та територіальне планування*. 2022. № 81. С.13-22.
7. Боліла Н.В., Використання цифрових технологій управління будівельними підприємствами. Актуальні проблеми сучасного бізнесу: обліково-фінансовий та управлінський аспекти: матеріали IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Ч. 2. Львів, ЛНУП, С. 164-166. 2022.
8. Городецький О.С., Барабаш М.С., Судак В.С., Печенов С.Л., Комплексні системи проектування та управління будівництвом із використанням повнофункціональної інформаційної моделі будівлі (BIM). *Зарубіжний та вітчизняний досвід. Перспективи розвитку. Проблеми розвитку міського середовища: зб. наук праць*. Київ, НАУ, №2 (12). С.181-191. 2014.
9. Доненко В.І., Іщенко О.Л., Вакулук Я.Є. BIM - технології як метод оптимізації використання ресурсів в будівельній галузі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*, №41. С. 141–147. 2019.
10. Левченко О.В., BIM - стандарт проектної організації. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування* №50, С. 65-69, 2018.
11. Матвійчук В.В., Міщенко Д.В., Особливості створення цифрових моделей будівельних об'єктів для автоматизації виконання проектних робіт. *Збірник тез ВНТУ*. Вінниця, 2019.
12. Мещерякова О.М., Виклики цифрової трансформації в архітектурно-будівельній галузі – BIM спеціалісти, *SWorld Journal*, №13–01, С. 43–47, 2022, DOI: 10.30888/2663-5712.2022-13-01-025.
13. Мещерякова О.М., BIM: ефективний інструмент для реконструкції будівель та споруд. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*, №18, 2022. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-08).
14. Ободянська О.І., Іванов О.А., Войновський К.Р., Концепція впровадження BIM - технологій в будівельній галузі України. *Вінницький НТУ*. 2021. <https://ir.lib.zntu.edu.ua/bitstream/handle>.
15. Зельцер Р.Я. Інноваційні моделі і методи організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва: монографія. Київ: «МП Леся», 2018. 208 с..
16. Філіппов О.В., Кирилов І.В., Модернізація та цифрова трансформація Українського будівельного бізнесу шляхом впровадження нових BIM- технологій в умовах шокових збурень. *Тези доповідей IV Міжнар. студ. наук.-практ. конф. Інноваційно-інвестиційний розвиток бізнесу в умовах шокових збурень*. Львів. С 35-37. 2023.
17. Цифра Т.Ю., BIM як інструмент реформування системи ціноутворення. *Шляхи підвищення ефективності будівництва за умов формування ринкових відносин*. 2021. № 47(2). С. 168-180.
18. Шулак Л.В., Філіппов О.В. Інноваційні технології та просування послуг проектних підприємств у будівництві в епоху глобальних викликів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Розвиток економічної науки в епоху глобальних викликів*. Київ. С. 110–115. 2021. https://conf2018.webnode.com.ua/_files/200000072-

d5801d5804/zb_conf_24-12-2021.pdf?ph=0f0fc98246.

19. Проект Закону України № 6383, прийнятий за основу від 08.07.2022, Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо запровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технології) на всіх етапах життєвого циклу об'єктів та науково-технічного супроводу об'єктів, удосконалення процедури обстеження об'єктів, прийнятих в експлуатацію в установленому законодавством порядку. https://ips.ligazakon.net/document/view/JI06556I?from=draft_latex.
20. Концепція впровадження BIM – Будівельного Інформаційного Моделювання в Україні. Український центр сталого будівництва. https://www.uscc.ua/files/Концепція_впровадження_BIM.pdf. 116, 2019.
21. Технічний комітет стандартизації «Металобудівництво» (ТК 301), ДСТУ ISO 19650-1:2020 Організація та оцифрування інформації щодо будівель та споруд включно з будівельним інформаційним моделюванням (BIM). Управління інформацією з використанням будівельного інформаційного моделювання. Частина 1. Концепції та принципи (ISO 19650-1:2018, IDT). Наказ від 18.03.2020 № 73 Про прийняття національних стандартів, 2020.
22. Building Information Modeling (BIM): Interoperability in the Construction Industry/ Smart Market Report. – New York: McGraw–Hill Construction, 2007. 48 p.
23. New Paris district shows how to create truly sustainable cities – URL: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/115>.
24. S. Alirezaei, H. Taghaddos, K. Ghorab, A. N. Tak, and S. Alirezaei, BIM-augmented reality integrated approach to risk management', *Autom Constr*, vol. 141, p. 104458, Sep. 2022. DOI: 10.1016/j.autcon.2022.104458.
25. Amjed N. Hasan, Sawsan M. Rasheed, The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry // *Civil Engineering Journal*, Vol. 5, No. 2, February, 2019. P. 412-421.
26. Y. Arayici, Towards building information modeling for existing structures, *Structural Survey*, vol. 26, no. 3, pp. 210–222, Jul. 2008. DOI: 10.1108/02630800810887108.
27. L. D'Angelo, M. Hajdukiewicz, F. Seri, and M. M. Keane, A novel BIM-based process workflow for building retrofit', *Journal of Building Engineering*, vol. 50, p. 104163, Jun. 2022. DOI: 10.1016/j.jobe.2022.104163.
28. Zeltser, R. Ya., Bielienskova O. Yu., Novak Ye., Dubinin D. V. Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*. 2019. V 15 (5). P. 38–51.
29. V. Barrile, E. Bernardo, and G. Bilotta, An Experimental HBIM Processing: Innovative Tool for 3D Model Reconstruction of Morpho-Typological Phases for the Cultural Heritage', *Remote Sens (Basel)*, vol. 14, no. 5, p. 1288, Mar. 2022. DOI: 10.3390/rs14051288.
30. Junjie Li., Hui Yang. A Research on Development of Construction Industrialization Based on BIM Technology under the Background of Industry 4.0 // *MATEC Web Conf.*, Volume 100, 2017. P. 2-8.
31. Software tools for BIM analysis and neural Networks of artificial intelligence on its basis. Kysil O.V., Levchenko O.V. // *Stalowa Wola, Poland 2018*.
32. Q. Lu and S.H. Lee, Comparative analysis of technologies and methods for automatic construction of building information models for existing buildings, in *Proceedings of the ICE HKA Annual Conference 2015*, 2015.
33. F. Mellado, P.F. Wong, K. Amano, C. Johnson, and E. C. W. Lou, Digitisation of existing buildings to support building assessment schemes: viability of automated sustainability-led design scan-to-BIM process, *Architectural Engineering and Design Management*, vol. 16, no. 2, pp. 84–99, Mar. 2020. DOI: 10.1080/17452007.2019.1674126.
34. Pan Y., Zhang L., A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management // *Automation in Construction*, Volume 124, April 2021, P. 52-69.
35. M. Pavlovskis, D. Migilinskas, J. Antuchevienė, I. Urba, and V. Zigmund, Problems in reconstruction projects, BIM uses and decision-making: Lithuanian case studies, *Procedia Eng*, vol. 208, pp. 125–128, 2017. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.11.029.
36. R. J. Scherer and P. Katranuschkov, BIMification: How to create and use BIM for retrofitting, *Advanced Engineering Informatics*, vol. 38, pp. 54–66, Oct. 2018. DOI: 10.1016/j.aei.2018.05.007.
37. Reengineering of the Construction Companies, based on BIM technology MZ Tetiana Tsifra Iryna Ivakhenko, Tetiana Honcharenko, Yury Chupryna *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 4166-4172.
38. T. Tsifra, I. Ivakhenko, T. Khoncharenko, Y. Chupryna, Reengineering of the Construction Companies, based on BIM technology. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 4166-4172. 2020.
39. R. Volk, J. Stengel, and F. Schultmann, Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – Literature review and future needs, *Autom Constr*, vol. 38, pp. 109–127, Mar. 2014. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.10.023.
40. 4D BIM Planning Process used at RNEST Refinery, Brazil - URL: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/165>.
41. McGraw Hill Construction Report on BIM and Large Projects [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.smacna.org/docs/default-source/building-information-modeling/bimlinks-and-resources/measuring-the-impact-of-bim-on-complex-buildings-2015-printable.pdf?sfvrsn=2> (дата звернення 27.02.2021).
42. Новітні BIM - технології у будівництві: навіщо вони потрібні в Україні [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://legalhub.online/budivnytstvo/novitni-vim-tehnologiyi-u-budivnytstvi-navishho-vonyu-potribni-ukrayini/> (дата звернення 28.02.2021).
43. Building Information Modelling. Industrial strategy: government and industry in partnership Projects [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-buildinginformation-modelling.pdf (дата звернення 27.02.2021).
44. Впровадження BIM - технологій підвищить якість проектування [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://100realty.ua/uk/news/vprovadzenna-vim-tehnologiyi-pidvisit-akist-proektuvannya> (дата звернення: 03.03.2021).
45. BIM-технології: поняття, історія розвитку, перспективи. Навчально-інформаційний портал НУБіП України.

2023. <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=333304>.

46. BIM-технології для сучасного архітектора. URL: <https://www.bakotecharchitects.com/uk/event/vim-tehnologii-dlja-suchasnogo-arhitekтора-baku/>.

47. BIM. Досвід та перспективи впровадження будівельних інформаційних технологій. Програма та тези доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Нові технології в будівництві» Київ, С. 96, 2019. <https://ndibv.kiev.ua/wp-content/uploads/>.

48. Уряд затвердив концепцію впровадження в Україні BIM-технологій у будівництві [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kmi.gov.ua/news/uryad-zatverdiv-konceptsiyu-vprovadzhennya-v-ukrayini-vim-tehnologij-u-budivnictvi> (дата звернення 27.02.2021).

References

1. Andrukhov V.M., *End-to-end information technology support of construction investment projects during their life cycle. Construction of Ukraine*. No. 6. P. 2-7. 2009.
2. Andrukhov V.M., Matviychuk V.V., Kolesnyk A.O., *End-to-end automated technologies in the design of multi-story residential buildings, Modern technologies, materials and structures in construction*. No. 2. P. 104-109. 2018.
3. Andrukhov V.M., Matviychuk V.V., Kolesnyk A.O., *VIM - design technologies. Peculiarities of implementation and development in Ukraine. Urban planning and territorial planning*. No. 40(11), pp. 58-66, 2011.
4. Andrukhov V.M., Matviychuk V.V., *About one of the possible options for introducing VIM technologies into the practice of modeling construction objects. Modern technologies, materials and structures in construction. Building structures*. Vinnitsa. No. 2, pp. 19-24, 2018. DOI 10.31649/2311-1429-2018-2-19-24.
5. Belenkova O.Yu. *Strategy and mechanisms for ensuring the competitiveness of construction enterprises based on the model of sustainable development: monograph*. Kyiv: Lira-K, 2020. 512 p.
6. Belenkova O., Dubinin D., Kalashnikov D. *Digital transformation of construction and development of territories as an imperative for the formation of strategies of participants in the construction process. Urban planning and territorial planning*. 2022. No. 81. P.13-22.
7. Bolila N.V., *The use of digital technologies in the management of construction enterprises. Actual problems of modern business: accounting, financial and management aspects: materials of the IV International Scientific and Practical Internet Conference, Part 2*. Lviv, LNUP, pp. 164-166. 2022.
8. Horodetskyi O.S., Barabash M.S., Sudak V.S., Pechenov S.L., *Complex design and construction management systems using a fully functional building information model (BIM). Foreign and domestic experience. Development prospects. Problems of the development of the urban environment: coll. of labor sciences* Kyiv, NAU, No. 2 (12). P.181-191. 2014.
9. Donenko V.I., Ishchenko O.L., Vakulyuk Y.E. *BIM - technologies as a method of optimizing the use of resources in the construction industry. Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations*, No. 41. P. 141-147. 2019.
10. Levchenko O.V., *BIM - standard of project organization. Modern problems of architecture and urban planning* No. 50, pp. 65-69, 2018.
11. Matviychuk V.V., Mishchenko D.V., *Peculiarities of creating digital models of construction objects for the automation of design works. Collection of theses of VNTU*. Vinnytsia, 2019.
12. Meshcheryakova O.M., *Challenges of digital transformation in the architectural and construction industry - BIM specialists, SWorld Journal*, No. 13-01, pp. 43-47, 2022, DOI: 10.30888/2663-5712.2022-13-01-025.
13. Meshcheryakova O.M., *BIM: an effective tool for reconstruction of buildings and structures. Modern technologies and calculation methods in construction*, No. 18, 2022. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8\(18\)-08](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-8(18)-08).
14. O.I. Obidyanska, O.A. Ivanov, K.R. Voynovskyi, *The concept of implementation of BIM technologies in the construction industry of Ukraine*. Vinnytsia National Technical University. 2021. <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle>.
15. Zeltzer R.Ya. *Innovative models and methods of organization, management and economic evaluation of technological processes of construction production: monograph*. Kyiv: "MP Lesya", 2018. 208 p.
16. Filippov O.V., Kyrylov I.V. *Modernization and digital transformation of the Ukrainian construction business through the implementation of new BIM technologies in conditions of shock disturbances. Abstracts of reports IV International study science and practice conf. Innovative and investment development of business in conditions of shock disturbances*. Lviv. C 35-37. 2023.
17. Tsyfra T.Yu., *BIM as a tool for reforming the pricing system. Ways to increase the efficiency of construction under the conditions of the formation of market relations*. 2021. No. 47(2). P. 168-180.
18. Shumak L.V., Filippov O.V. *Innovative technologies and promotion of services of design enterprises in the construction industry in the era of global challenges. Materials of the International Scientific and Practical Conference. Development of economic science in the era of global challenges*. Kyiv. P. 110-115. 2021. https://conf2018.webnode.com.ua/_files/200000072-d5801d5804/zb_conf_24-12-2021.pdf?ph=0f0fc98246.
19. Draft Law of Ukraine No. 6383, adopted as a basis from 07/08/2022, *On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Regarding the Introduction of Building Information Modeling (BIM-Technology) at All Stages of the Life Cycle of Objects and Scientific and Technical Support of Objects, improvement of the inspection procedure of objects put into operation in accordance with the procedure established by law*. https://ips.ligazakon.net/document/view/JI06556I?from=draft_laws.
20. *Concept of implementation of BIM - Building Information Modeling in Ukraine*. Ukrainian Center of Steel Construction. https://www.uscc.ua/files/Concept_of_practice...PDFC.116, 2019.
21. *Technical standardization committee "Metal construction" (TC 301), DSTU ISO 19650-1:2020 Organization and digitization of information on buildings and structures, including building information modeling (BIM). Information management*

- using building information modeling. Part 1. Concepts and principles (ISO 19650-1:2018, IDT). Order dated March 18, 2020 No. 73 On Adoption of National Standards, 2020.
22. *Building Information Modeling (BIM): Interoperability in the Construction Industry/ Smart Market Report*. - New York: McGraw-Hill Construction, 2007. 48 p.
23. *New Paris district shows how to create truly sustainable cities* - URL: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/115>.
24. S. Alirezaei, H. Taghaddos, K. Ghorab, A. N. Tak, and S. Alirezaei, 'BIM-augmented reality integrated approach to risk management', *Autom Constr*, vol. 141, p. 104458, Sep. 2022. DOI: 10.1016/j.autcon.2022.104458.
25. Amjed N. Hasan, Sa'wan M. Rasheed, 'The Benefits of and Challenges to Implement 5D BIM in Construction Industry // Civil Engineering Journal', Vol. 5, No. 2, February, 2019. P. 412-421.
26. Y. Arayici, 'Towards building information modeling for existing structures', *Structural Survey*, vol. 26, no. 3, pp. 210–222, Jul. 2008. DOI: 10.1108/02630800810887108.
27. L. D'Angelo, M. Hajdukiewicz, F. Seri, and M. M. Keane, 'A novel BIM-based process workflow for building retrofit', *Journal of Building Engineering*, vol. 50, p. 104163, Jun. 2022. DOI: 10.1016/j.job.2022.104163.
28. Zeltser, R. Ya., Bielienskova O. Yu., Novak Ye., Dubinin D.V. 'Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. Nauka i innovatsii. 2019. V 15 (5). P. 38–51.
29. V. Barrile, E. Bernardo, and G. Bilotta, 'An Experimental HBIM Processing: Innovative Tool for 3D Model Reconstruction of Morpho-Typological Phases for the Cultural Heritage, Remote Sens (Basel)', vol. 14, no. 5, p. 1288, Mar. 2022. DOI: 10.3390/rs14051288.
30. Junjie Li., Hui Yang. 'A Research on Development of Construction Industrialization Based on BIM Technology under the Background of Industry 4.0 // MATEC Web Conf., Volume 100, 2017. P. 2-8.
31. 'Software tools for BIM analysis and neural networks of artificial intelligence on its basis. Kysil O.V., Levchenko O.V. / Stalowa Wola, Poland 2018.
32. Q. Lu and S.H. Lee, 'Comparative analysis of technologies and methods for automatic construction of building information models for existing buildings', in *Proceedings of the ICE HKA Annual Conference 2015, 2015*.
33. F. Mellado, P.F. Wong, K. Amano, C. Johnson, and E. C. W. Lou, 'Digitization of existing buildings to support building assessment schemes: viability of automated sustainability-led design scan-to-BIM process', *Architectural Engineering and Design Management*, vol. 16, no. 2, pp. 84–99, Mar. 2020. DOI: 10.1080/17452007.2019.1674126.
34. Pan Y., Zhang L., 'A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management // Automation in Construction, Volume 124, April 2021, P. 52-69.
35. M. Pavlouskis, D. Migilinskas, J. Antuchevienė, I. Urba, and V. Zigmund, 'Problems in reconstruction projects, BIM uses and decision-making: Lithuanian case studies', *Procedia Eng*, vol. 208, pp. 125–128, 2017. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.11.029.
36. R. J. Scherer and P. Katranuschkov, 'BIMification: How to create and use BIM for retrofitting', *Advanced Engineering Informatics*, vol. 38, pp. 54–66, Oct. 2018. DOI: 10.1016/j.aei.2018.05.007.
37. 'Reengineering of the Construction Companies, based on BIM technology MZ Tetiana Tsifra Iryna Ivakhenko, Tetiana Honcharenko, Yury Chupryna International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 4166-4172.
38. T. Tsifra, I. Ivakhenko, T. Khoncharenko, Y. Chupryna, 'Reengineering of the Construction Companies, based on BIM technology. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 4166-4172. 2020.
39. R. Volk, J. Stengel, and F. Schultmann, 'Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – Literature review and future needs', *Autom Constr*, vol. 38, pp. 109–127, Mar. 2014. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.10.023.
40. '4D BIM Planning Process used at RNEST Refinery, Brazil - URL: <https://www.bimcommunity.com/experiences/load/165>.
41. 'Mc Graw Hill Construction Report on BIM and Large Projects [Electronic resource]. Access mode: <https://www.smacna.org/docs/default-source/building-information-modeling/bimlinks-and-resources/measuring-the-impact-of-bim-on-complex-buildings-2015-printable.pdf?sfvrsn=2> (date of application 02/27/2021).
42. 'The latest BIM technologies in construction: why they are needed in Ukraine [Electronic resource]. Access mode: <https://legalhub.online/budivnytstvo/novitni-vim-tehnologiyi-u-budivnytstvi-navishho-vony-potribni-ukrayini/> (access date 28.02.2021).
43. 'Building Information Modelling. Industrial strategy: government and industry in partnership Projects [Electronic resource]. Access mode: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf (access date 27.02.2021).
44. 'Implementation of BIM technologies will increase the quality of design [Electronic resource]. Access mode: <https://100reality.ua/uk/news/vprovadzenna-vim-tehnologii-pidvisit-akist-proektuvanna> (date of application: 03.03.2021).
45. 'BIM technologies: concept, history of development, prospects. Educational and informational portal of NUBiP of Ukraine. 2023. <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=333304>.
46. 'BIM technologies for the modern architect. URL: <https://www.bakotecharchitects.com/uk/event/vim-tehnologii-dlja-suchasnogo-arhitekтора-baku/>.
47. 'BIM. Experience and prospects of implementation of construction information technologies. Program and abstracts of reports of the VII International scientific and technical conference "New technologies in construction" Kyiv, p. 96, 2019. <https://ndibv.kiev.ua/wp-content/uploads/>.
48. 'The government has approved the concept of introducing BIM technologies in construction in Ukraine [Electronic resource]. Access mode: <https://www.kmu.gov.ua/news/uryad-zatverdilo-koncepciyu-vprovadzhennya-v-ukrayini-vim-tehnologij-u-budivnictvi> (access date 27.02.2021).

¹ **O. Filippov**, Graduate student of the Department of Organization and Construction Management
ORCID ID: 0000-0002-4601-1966;

² **L. Shumak**, Graduate student of the Department of Construction Economics, ORCID ID: 0000-0002-5738-5744

^{1,2} Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

RESEARCH OF BIM TECHNOLOGY - INFORMATION MODELING OF BUILDINGS IN CONSTRUCTION AT THE DESIGN STAGE. DEVELOPMENT PROSPECTS. NATIONAL AND FOREIGN EXPERIENCE

Abstract. *The process of digital transformation of organizations is actively developing in all sectors, including the construction industry, in particular in design. This process affects and changes not only the products produced by design and construction companies, but also requires a full-scale reengineering of the company's internal processes through the introduction of specialized digital products. One of the key trends in Ukraine and the international construction industry is the introduction of information modeling technologies (BIM technologies) as soon as possible. Today, it is already impossible to imagine modern design and construction without the use of BIM. Currently, the level of penetration of information modeling technologies in Ukraine is significantly lower than in the leading countries in the use of BIM technologies. The article examines the key features of domestic and international experience in the application of information modeling technologies and highlights the advantages of BIM technologies at various stages of the project life cycle. Peculiarities of the Ukrainian experience in the field of implementation of BIM technology were studied. The causes of problems in the introduction of BIM technologies and the implementation of these technologies in the practice of Ukrainian and foreign design enterprises are identified, the key factors influencing the level of spread of these technologies in Ukraine and abroad are formulated. Qualitative and quantitative benefits from the implementation of BIM technologies in project companies have been determined. Conclusions were made about the prospects for the development of information technologies in our country and abroad.*

Keywords: *BIM technologies, information modeling technologies, construction and design, innovations, project life cycle, process optimization, cost reduction, state support, and international experience.*

¹ **А.Ф. Гойко**, професор, ORCID: 0000-0002-9591-0829;

² **Т.Ю. Цифра**, доцент, ORCID: 0000-0001-7891-0467

^{1,2} Київський національний університет будівництва і архітектури

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК РЕГІОНУ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО ПІДХОДУ

Анотація. У статті розглядаються питання щодо посилення розвитку конкурентоздатності українських регіонів, де провідна роль належить кластерам, які створюють основи для інноваційного розвитку територій. Розглянуто аспекти, умови та етапи реалізації механізму збалансованого розвитку регіону внаслідок створення кластерів. При цьому основна увага приділяється їх інноваційній орієнтованості як головному фактору підвищення конкурентоздатності регіональної та національної економіки. Особливо підкреслюється важлива роль держави і регіональних органів управління у формуванні ефективної кластерної політики. Наголошується, що при формуванні кластерів та плануванні їх розвитку обов'язково мають бути враховані рамки регіональних стратегій. Розкрито позитивні наслідки створення кластерів та їх вплив на економічний розвиток і конкурентоспроможність регіонів. Наводяться аргументовані приклади створення кластерів у багатьох країнах світу, як основи найбільш успішних економік. Зазначається, що процес кластеризації повинен здійснюватися відповідно до наявного потенціалу регіону, зокрема, економічного, соціально-економічного, ринкового, кадрового, трудового, виробничого, ресурсного, фінансового та інших видів.

Висвітлено фактори, що стримують розвиток кластерів та основні аспекти створення кластерів, а саме: теоретичний; організаційно-правовий; інформаційний; соціально-економічний. Подано схему реалізації кластерного підходу у певній послідовності дій, представлених на схемі і вигляді етапів виконання конкретних робіт та досягнення відповідних їм результатів.

Ключові слова: конкурентоздатність; формування кластерів; інноваційний розвиток регіону.

Постановка проблеми

В умовах глобалізації і посилення міжнародної конкуренції стійкість української економіки великою мірою залежить від можливості кожного регіону успішно конкурувати на світовому ринку. Глобальні зміни у світі, викликані політичними та економічними причинами і стрімким науково-технічним прогресом, вимагають нових підходів до соціально-економічного розвитку українських регіонів. Підвищення регіональної конкурентоздатності стає економічним пріоритетом для регіонів багатьох країн, зокрема для України. Провідна роль у досягненні конкурентної стійкості регіону належить кластерам, тобто сконцентрованим за географічною ознакою групам взаємопов'язаних підприємств, спеціалізованих постачальників послуг, а також пов'язаних з їх діяльністю некомерційних організацій та установ у певних галузях, що конкурують, але, разом з тим, і взаємодоповнюють одна одну. Саме кластери створюють критичну масу, необхідну для конкурентного успіху у певних галузях [1].

Аналіз публікацій

Питання щодо ролі кластерного підходу в дослідженні інноваційного розвитку економіки посіли одне з провідних місць у дослідженнях зарубіжних та вітчизняних економістів і учених. До них, перед усім, належать праці Е. Bergman [1], В. Lundvall [2], S. Rosenfeld [3], М. Porter [4], Й. Шумпетер [5], Д. Войнаренко [6], М. Єрмошенко [7], Г. Іванченко [8], А. Князевич [9], О. Попело [10], Ю. Федотова [11] та ін.

Постановка завдання

Метою дослідження є проведення аналізу щодо ролі та впливу кластерів на інноваційний розвиток регіонів країни і підвищенню їх конкурентоздатності в умовах обмеженості фінансових ресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Світовий досвід останнього десятиліття дає досить багато прикладів створення і функціонування кластерів у різних сегментах регіональної економіки. Їх поєднує головне – через синергетичні ефекти зростає продуктивність як у самому кластері, так і в суміжних секторах економіки. Отже, регіони з кластерами, що ефективно функціонують, мають більш високі показники в динаміці розвитку, а кластеризація є одним з найбільш перспективних напрямів їх економічного розвитку, оскільки підвищення ефективності регіональної економіки суттєвого впливає на зростання національної економіки в цілому. Для цього кожен регіон має використовувати свої унікальні переваги перед іншими регіонами та створювати нові можливості розвитку власних економічних кластерів. Ідея підвищення конкурентоздатності національної економіки на основі реалізації кластерних стратегій не є новою. Але на етапі виходу з кризи, коли традиційні методи диверсифікації не можуть дати належної віддачі, використання кластерної моделі організації не має альтернативи.

Взаємообумовленість та взаємозв'язки між процесами кластеризації, посилення конкурентоздатності та прискорення інноваційної діяльності – це новий економічний феномен, який дозволяє протистояти натиску глобальної конкуренції та належним чином

відповідати вимогам національного та регіонального розвитку. Кластерний підхід – це, передусім, нова управлінська технологія, що дозволяє підвищити конкурентоздатність як окремого регіону, так і держави загалом. Особливостями кластера, що виділяють його з інших родинних утворень (територіально-виробничі комплекси, економічні мережі, вертикально-інтегровані компанії, технопарки, бізнес-інкубатори тощо), є географічна концентрація, спеціалізація, конкуренція та кооперація, наявність інноваційного потенціалу (здатність до продукування інновацій). Кластери на сьогодні є основою найбільш успішних економік (кластер виноробства в Чилі, Каліфорнії, Силіконова Долина, автомобільні кластери Австрії, Угорщини тощо). Загалом, на думку експертів, кластеризацією охоплено близько 50% економік провідних країн світу. У межах кластерів працює понад половина підприємств, а частка виробленого ними ВВП перевищила 60%. У ЄС понад 2 тис. кластерів, у яких зайнято 38% його робочої сили [4].

Світова практика свідчить, що останні два десятиліття процес формування кластерів відбувався досить активно. Загалом, за оцінкою експертів, кластеризацією охоплено близько 50% економік провідних країн світу (рис.1).

У США в рамках кластерів працює більше половини підприємств, а частка ВВП, виробленого в них перевищила 60%. У ЄС налічується понад 2 тис. кластерів, у яких зайнято 38% його робочої сили [3]. Повністю охоплені кластеризацією датська, фінська, норвезька та шведська промисловість. Так, Фінляндія, чия економічна політика базується на кластеризації, протягом 2000-х років займає провідні місця у світових рейтинги конкурентоздатності. За рахунок кластерів, що відрізняються високою продуктивністю, ця країна, маючи всього 0,5% світових лісових ресурсів, забезпечує 10% світового експорту продукції деревопереробки та 25% - паперу. На телекомунікаційному ринку вона забезпечує 30% світового експорту обладнання мобільного зв'язку та 40% – мобільних телефонів [5]. На промислові кластери Італії припадає 43% чисельності зайнятих у галузі та понад 30% обсягу національного експорту. Успішно функціонують кластерні структури у Німеччині

(хімія та машинобудування), у Франції (виробництво продуктів харчування, косметики).

Регіони, на території яких розташовані та функціонують кластери, є лідерами економічного розвитку своїх країн. Подібні регіони-лідери визначають конкурентоздатність національних економік. Тому одним із завдань у системі підвищення конкурентоздатності регіону – виявити потенціал кластеризації регіону. Для вирішення цього завдання необхідно проведення аналізу конкурентної стійкості підприємств регіону, під якою розуміється укоріненість суб'єктів господарювання в середовищі, їх здатність підтримувати в довгостроковому періоді власну індивідуальну конкурентоздатність під час використання можливостей довкілля. Аналіз конкурентної стійкості окремих підприємств доповнюється аналізом конкурентної стійкості галузі, тобто групи підприємств регіону, які випускають однорідну чи технологічно майже однорідну продукцію.

Процес створення та функціонування конкурентоздатних кластерів у галузях економіки регіону (кластеризація) повинен здійснюватися відповідно до наявного потенціалу регіону. У сфері економіки виділяють економічний, соціально-економічний, ринковий, кадровий, трудовий, виробничий, ресурсний, фінансовий та інші види потенціалів. Кластеризація економіки дозволяє підвищити продуктивність, ефективність та конкурентоздатність бізнесу, розширити можливості для інноваційного розвитку, оптимізувати взаємодію між різними суб'єктами економічного розвитку регіону: державою, великим та малим бізнесом, науково-освітньою спільнотою та соціумом загалом; сформувати «обличчя» регіону в сприйнятті зовнішнього оточення та загалом підвищити рівень зайнятості якості життя населення. Кластерний розвиток економіки регіону дає такі переваги, як скорочення транзакційних витрат, завдяки спільній технологічній кооперації компаній, підвищення здатності до виживання та розвитку. Разом з тим, важливою перевагою є спеціалізоване навчання робочої сили.

Об'єднання компаній у кластери дозволяє об'єднати зусилля щодо проведення маркетингового аналізу та пошуку інвестицій. Вигоди можуть бути поділені на прямі та опосередковані. Прямі вигоди є

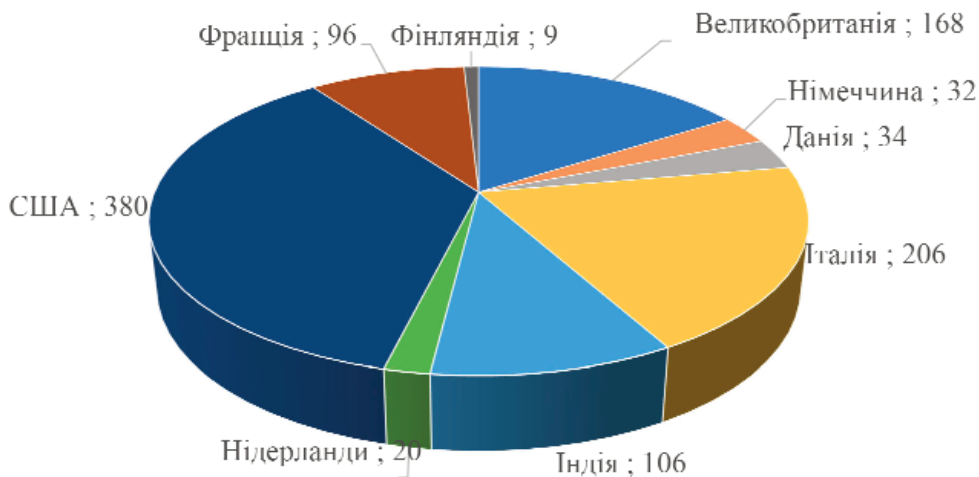


Рис.1. Кількість кластерів, сформованих у провідних країнах світу

результатом більш результативних бізнес-транзакцій, обґрунтованих інвестицій та менших витрат, які забезпечують прибутки та робочі місця. Опосередковані вигоди є результатом навчання, бенчмаркінгу та поширення знань, що призводить до інновацій, моделювання та удосконалення. Перевагами, які найшвидше розпізнаються і найлегше вимірюються, для підприємств виступають ті, що є результатом концентрації ресурсів, необхідних для функціонування бізнесу.

Існує ряд умов, які можуть як сприяти, так і перешкоджати розвитку кластерів в Україні. Вірізняють такі позитивні умови: доступність постачальників; доступність інженерного та наукового персоналу; доступність можливостей для НДДКР; доступність вищої освіти; традиції виробничої кооперації; розвиненість транспортної системи. До факторів, що стримують розвиток кластерів, відносять: низьку якість бізнес-клімату для виникнення та розвитку малого та середнього бізнесу (адміністративні бар'єри, недостатні фінансові ресурси тощо); низьку якість постачальників та низьку ефективність систем постачання; неадекватність освітніх та науково-дослідних програм для потреб промисловості; слабкі зв'язки між вищими та середніми професійними установами, НДІ та промисловістю; низький рівень розвитку асоціативних структур (торгових палат, промислових асоціацій), які не справляються із завданням розробки та просування пріоритетів та інтересів регіонального бізнесу.

Говорити про успішну реалізацію проектів щодо спеціального стимулювання кластерів можна лише

за наявності регіональної стратегії. Розвивати кластер у відриві від розвитку регіону загалом неефективно. Для успішної реалізації ідеї кластеризації регіону регіональна стратегія і стратегія розвитку окремих кластерів мають бути взаємно узгоджені. При розробці регіональної стратегії необхідно враховувати наявність ключових точок зростання економіки регіону та можливості різних бізнес-організацій для розвитку цих ключових точок зростання. Водночас, при виявленні перспективних кластерів та плануванні їх розвитку обов'язково мають бути враховані рамки регіональних стратегій. На нашу думку, можна назвати такі основні аспекти створення кластерів:

1. Теоретичний аспект, що передбачає обґрунтування меж кластера. Кластер повинен бути локалізований на певній (осяжній) території.

2. Організаційно-правовий аспект, що передбачає виявлення всіх учасників, які входитимуть до кластеру, визначення їх організаційно-правових форм, а також виявлення їхніх інтересів, що визначають вступ до кластеру та функцій, які виконуватимуть учасники кластера. Координуючий центр має бути створений для управління кластером в цілому і повинен враховувати узгодження інтересів та функцій, а також спрямований на синергетичний ефект, що виникає внаслідок створення кластера.

3. Інформаційний аспект, що пропонує форми просування продукту кластера через рекламу. Так, у межах України можуть бути газети, журнали, телебачення тощо. За кордоном інформацію можна отримати за допомогою веб-сайтів. На сайтах можна контролювати



Рис. 2. Послідовність дій щодо реалізації кластерного підходу до підвищення конкурентоздатності

ловати кількість звернень (тобто кількість користувачів) за конкретною інформацією, з'ясувати, хто є користувачами інформації (зарубіжні чи вітчизняні).

4. Соціально-економічний аспект, суть якого полягає у необхідності оцінки результативності роботи кластера, що відображає ступінь реалізації регіонального економічного інтересу конкретної території, де формується кластер. Результативність роботи кластера може бути наступних видів: бюджетна, соціальна, інформаційно-емоційна тощо.

Бюджетна результативність передбачає збільшення доходів від виробництва нових видів продукції або надання послуг і, як наслідок, зростання податкових надходжень до бюджетів різних рівнів. Податкові надходження також зростуть за рахунок максимального навантаження існуючої матеріальної бази, розвитку нових галузей і продуктів. Разом з тим, збільшаться надходження інвестицій, що нададуть нового імпульсу розвитку регіону.

Соціальна результативність означає збільшення кількості зайнятих у кластері, підвищення їхньої кваліфікації, а також підвищення рівня доходів працюючих у кластері; створення додаткових робочих місць на підприємствах кластера у сусуптніх галузях.

Інформаційно-емоційна результативність передбачає збільшення числа гуманітарних наук. Економіка споживачів продукту кластеру, а також кількість нових підприємств, які хотіли б увійти до кластера.

Кластер є інструментом підвищення конкурентоздатності регіону, тому регіональна адміністрація має бути найбільш зацікавлена у створенні на території свого регіону конкурентоздатних кластерів, які сприятимуть посиленню регіонального економічного інтересу. Реалізацію кластерного підходу в регіоні можна подати у вигляді певної послідовності дій, представлених на схемі у вигляді етапів виконання конкретних робіт та досягнення відповідних результатів (рис.2).

Отже, кластер є інструментом підвищення конкурентоздатності регіону та посилення його інтересів, тому регіональна адміністрація має бути зацікавлена у створенні на території конкурентоздатних кластерів; у сучасних умовах йдеться не стільки про те, що необхідність розвитку певного кластера має бути прописана в регіональній стратегії, скільки про

існування консенсусу між діловими та адміністративними елітами регіону щодо обґрунтування необхідності створення та розвитку кластера, який сприяє узгодженню економічних інтересів різних суб'єктів господарювання, що функціонують у межах конкретної території. У економічних реаліях нашого часу регіони України опинилися в ситуації, коли стратегічні цілі і завдання, що стоять перед ними, істотно розширені за рахунок передачі значного обсягу управлінських питань з державного на регіональний рівень, не повною мірою забезпечені механізмами і ресурсами їх досягнення. Одним із способів вирішення ситуації та формування ефективного механізму, що забезпечує збалансований розвиток регіону, є визначення джерел внутрішнього зростання та розвитку регіональних економік, адекватних специфічним характеристикам конкретних регіонів та загальним тенденціям економічного розвитку в глобальному та національному контексті.

Висновки

Таким чином, забезпечення збалансованого розвитку регіональної економіки передбачає створення та розвиток інтеграційних технологій та багатоканальних механізмів взаємодії всіх її елементів. Важливість цього завдання істотно зростає за умов початку інноваційному сценарію розвитку, успішність якого визначається наявністю постійних контактів всіх учасників інноваційного процесу для своєчасного коригування, координації та узгодження діяльності протягом інноваційного циклу. У формуванні механізму збалансованого розвитку регіону в силу економічних інтересів, особливостей функціонально-рольових характеристик та ресурсних можливостей суб'єктів господарювання особливу роль відіграє партнерство різномасштабних бізнес-структур. Це пояснюється тим, що спеціалізація і кластеризація організацій у сукупності формують основу інновацій і конкурентоздатності. Саме активне використання потенціалу міжгосподарчого співробітництва дозволяє акумулювати достатні умови та ресурси для збалансованого інноваційного розвитку українських регіонів. При цьому особливий інтерес представляє не просто взаємодія різномасштабних суб'єктів бізнесу, а його вбудовування в регіональну економічну систему, що змінює складність та характер структури регіону, а також динаміку його розвитку.

Література

1. Bergman, Edward M., Feser Edward J. *Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications. Web Book in Regional Science.* Morganton, WV: Regional Research Institute, West Virginia University, 1999.
2. Lundvall B. *From Fordism to the globalising learning economy – implications for innovation policy. Paper presented at the International Seminar on Learning Economy: Innovation-Qualification-Employment, Renner Institut, Vienna, June 21, 1999.*
3. Rosenfeld S. *Industry Clusters: Business Choice, Policy Outcome, or Branding Strategy? / S. Rosenfeld // Journal of New Business Ideas and Trends. – 2005. – № 3 (2). – P. 4-13.*
4. Porter M. E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance / M. E. Porter. – New York: Harvard Business Review, 1985. – p. 5.*
5. *Oulu Region – The Direction for Expertise. Oulu: Painotalo Suomenmaa, 2003.*
6. Шумпетер Й. *Теория экономического развития исследования предпринимательской прибыли, капитала, кредита и цикла конъюнктуры / Й. Шумпетер; пер. с англ. Л. И. Кравченко. – М.: Прогрес, 1982. – 455 с.*
7. Войнарченко М. П. *Кластеры в институційній економіці: моногр. / М. П. Войнарченко. – Хмельницький: ХНУ, ТОВ «Триада-М», 2011. – 502 с.*

8. Єрмошенко М. М. Механізм розвитку інноваційного потенціалу кластеро-об'єднаних підприємств: моногр. / М. М. Єрмошенко, Л. М. Ганущак-Єфіменко; Нац. академія управління. – К.: Нац. акад. управління, 2010. – 236 с.
9. Іванченко Г. В. Розробка кластерної моделі розвитку регіону: методологічний підхід [Електронний ресурс] / Г. В. Іванченко // Ефективна економіка. – № 5. – 2013. – Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2049>.
10. Князевич А. О. Механізми управління інноваційним розвитком : моногр. / А. О. Князевич, О. В. Крайчук. – Рівне : РДГУ, 2011. – 133 с.
11. Попело О. В. Підприємницькі кластери як інноваційна домінанта модернізації економіки / О. В. Попело // Регіональна економіка. – № 2. – 2014. – С. 95-105.
12. Федотова Ю. В. Роль органів державного управління у здійсненні процесів кластеризації на макро- та мезоекономічних рівнях / Ю. В. Федотова // Науково-технічний збірник «Комуніальне господарство міст». – № 113. – 2014. – С. 240-244.
13. Fedun, I., Stetsenko, S., Tsyfra, T, Valchuk, B., Valentyna, A.: *Innovative Software Tools for Effective Management of Financial and Economic Activities of the Organization. Lecture Notes in Networks and Systemst*, 485, pp. 17–38 (2023)
14. Bielienkova O., Novak Y., Matsapura O., ZapiechnaY., Kalashnikov, D., Dubinin, D.: *Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(8), 108–115 (2022).
15. Vorobec, S., Voytsekhovska, V., Zahoretska, O., Kozyk, V.: *The Context of the Circular Economy Model Implementation, Based on Indicators of the European Union in/for Ukraine by Means of Fuzzy Methods. In: Kryvinska, N., Greguль, M. (eds) Developments in Information & Knowledge Management for Business Applications. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 421. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97008-6_4 (2022).

References

1. Bergman, Edward M., Feser Edward J. *Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications. Web Book in Regional Science*. Morganton, WV: Regional Research Institute, West Virginia University, 1999.
2. Lundvall B. *From Fordism to the globalising learning economy—implications for innovation policy. Paper presented at the International Seminar on Learning Economy: Innovation-Qualification-Employment*, Renner Institut, Vienna, June 21, 1999.
3. Rosenfeld S. *Industry Clusters: Business Choice, Policy Outcome, or Branding Strategy?* / S. Rosenfeld // *Journal of New Business Ideas and Trends*. – 2005. – № 3 (2). – P. 4-13.
4. Porter M. E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance* / M. E. Porter. – New York: Harvard Business Review, 1985. – p. 5.
5. *Oulu Region – The Direction for Expertise*. Oulu: Painotalo Suomenmaa, 2003.
6. Schumpeter J. *The theory of economic development issledovaniya entrepreneurship profit, capital, credit and business cycle* / J. Schumpeter; trans. with English L. I. Krauchenko. – M.: Progress, 1982. – 455 p.
7. Voinarenko M. P. *Clusters in institutional economics: monogr.* / M.P. Voynarenko. – Khmelnytskyi: KHNU, LLC “Triada-M”, 2011. – 502 p.
8. Yermoshenko M. M. *Mechanism of development of innovative potential of cluster-united enterprises: monogr.* / M. M. Ermoshenko, L. M. Hanushchak-Efimenko; National Academy of Management. - K.: Nat. Acad. Management, 2010. – 236 p.
9. Іванченко Г. В. *Development of a cluster model of regional development: a methodological approach [Electronic resource]* / G. V. Ivanchenko // *Effective economy*. – No. 5. – 2013. – Mode of access: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2049>.
10. Князевич А.О. *Mechanisms of management of innovative development: monogr.* / А. О. Князевич, О. В. Крайчук. - Rivne: RDSU, 2011. - 133 p.
11. О. В. Попело. *Entrepreneurial clusters as an innovative dominant in the modernization of the economy* / О. В. Попело // *Regional economy*. - No. 2. - 2014. - P. 95-105.
12. Yu. V. Fedotova *The role of state administration bodies in the implementation of clustering processes at the macro- and mesoeconomic levels* / Yu. V. Fedotova // *Scientific and technical collection "Utility management of cities"*. - No. 113. - 2014. - C. 240-244.
13. Fedun, I., Stetsenko, S., Tsyfra, T, Valchuk, B., Valentyna, A.: *Innovative Software Tools for Effective Management of Financial and Economic Activities of the Organization. Lecture Notes in Networks and Systemst*, 485, pp. 17–38 (2023)
14. Bielienkova O., Novak Y., Matsapura O., ZapiechnaY., Kalashnikov, D., Dubinin, D.: *Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(8), 108–115 (2022).
15. Vorobec, S., Voytsekhovska, V., Zahoretska, O., Kozyk, V.: *The Context of the Circular Economy Model Implementation, Based on Indicators of the European Union in/for Ukraine by Means of Fuzzy Methods. In: Kryvinska, N., Greguль, M. (eds) Developments in Information & Knowledge Management for Business Applications. Studies in Systems, Decision and Control*, vol 421. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97008-6_4 (2022).

¹ A.F. Goyko, professor, ORCID: 0000-0002-9591-0829

² N. Yu. Tsyfra, Phd, associate professor, ORCID: 0000-0001-7891-0467

^{1, 2} Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE REGION BASED ON THE CLUSTER APPROACH

Abstract. *The article examines the issue of strengthening the competitiveness of Ukrainian regions, where the leading role belongs to clusters that create the basis for the innovative development of territories. Aspects, conditions and stages of implementation of the mechanism of balanced development of the region as a result of the creation of clusters are considered. At the same time, the main attention is paid to their innovative orientation as the main factor in increasing the competitiveness of the regional and national economy. The important role of the state and regional governing bodies in the formation of an effective cluster policy is especially emphasized. It is emphasized that the framework of regional strategies must be taken into account when forming clusters and planning their development. The positive consequences of the creation of clusters and their influence on the economic development and competitiveness of the regions are disclosed. Argued examples of the creation of clusters in many countries of the world, as the basis of the most successful economies, are given. It is noted that the clustering process should be carried out in accordance with the existing potential of the region, in particular, economic, socio-economic, market, personnel, labor, production, resource, financial and other types.*

Factors restraining the development of clusters and the main aspects of creating clusters are highlighted, namely: theoretical; organizational and legal; informative; socio-economic. A diagram of the implementation of the cluster approach in a certain sequence of actions, presented on the diagram in the form of stages of performing specific works and achieving the corresponding results, is presented.

Keywords: *competitiveness; formation of clusters; innovative development of the region.*

¹ **І.О. Брюховецька**, кандидат економічних наук, доцент кафедри фінансів, банківської та страхової справи, ORCID: 0000-0002-1469-1485;

² **Г.О. Кришталь**, доктор економічних наук, професор, Завідувач кафедри фінансів, банківської та страхової справи, ORCID: 0000-0003-3420-6253

^{1,2} Навчально-науковий інститут управління, економіки та бізнесу
ПрАТ «ВНЗ Міжрегіональна Академія управління персоналом»,

ОЦІНКА НЕРУХОМОСТІ ДЛЯ ЦІЛЕЙ СТРАХУВАННЯ

Анотація. Стаття розглядає специфіку та особливості оцінки нерухомості у контексті страхування. Основну увагу приділено відмінностям між класичною ринковою вартістю об'єкта та страховою вартістю. Розглянуто основні методики та підходи до оцінки, підкреслюється значення професіоналізму оцінювача у наданні об'єктивних та обґрунтованих результатів. Висвітлено потенційні складності та спірні питання, такі як включення вартості земельної ділянки чи облік природних характеристик ділянки. Важливість цієї теми підтверджується характером ринку страхування, що змінюється, і необхідністю адекватної оцінки об'єктів нерухомості для коректного і справедливого страхового покриття.

Особлива увага приділена оцінці ринкової вартості об'єкта для страхування, оскільки вона найкраще відбиває поточний стан об'єкта. У статті висвітлено проблеми при оцінці унікальних або дорогих будівель, створених за індивідуальними проектами або в особливих місцях. Визначено, що для промислових об'єктів розрахунок страхової суми на основі ринкової вартості може бути недоцільний.

У статті надано визначення оцінці нерухомості з метою страхування як процесу визначення вартості об'єкта нерухомості (житла, комерційної нерухомості, промислових об'єктів тощо) на момент укладання страхового договору. Ця вартість використовується для визначення суми страхової виплати у разі настання страхового випадку (наприклад, пожежі, землетрусу, повені та інших непередбачених ситуацій).

Авторами зроблено висновки, що оцінка нерухомості для цілей страхування дозволяє страхувальнику та страховику досягти угоди щодо вартості об'єкта, забезпечуючи таким чином прозорість та справедливість у відносинах між сторонами договору.

Стаття буде корисною для фахівців у галузі страхування, оцінювачів, а також широкого кола осіб, зацікавлених у розумінні процесу оцінки та його впливу на страхові відносини.

Ключові слова. Оцінка нерухомості; страхування; стандартизація; оціночна вартість; ринкова вартість; страхова сума; реальна вартість.

Вступ

У світі нерухомість часто сприймається як одне з найбільш значних інвестиційних активів. Її вартість може зачіпати як фінансове благополуччя окремих осіб, і економічну стабільність корпорацій і навіть держав. Однак, як і будь-який актив, об'єкти нерухомості зазнають ризику втрати або шкоди через різні фактори: від стихійних лих до людського фактора. Саме тут на допомогу приходять страхування, яке відіграє роль «захисного механізму» для власників. Але як визначити точну вартість цього активу, що «захищається»? Які методики та підходи існують? У цій статті ми поринемо у світ оцінки нерухомості для цілей страхування, розглянемо особливості цього процесу, а також підкреслимо його важливість для забезпечення справедливості та економічної стійкості в умовах ринку, що постійно змінюється.

Матеріали і методи досліджень

У ході підготовки статті на тему "Оцінки нерухомості для цілей страхування" був застосований аналітичний метод. Зокрема, проаналізовано існуючі методики оцінки вартості нерухомості. У статті використовувалися результати сучасних досліджень з оцінки нерухомості та страхування, опублікованих у провідних журналах та наукових виданнях. У статті

враховувалися думки провідних експертів щодо оцінки нерухомості та страхування, взяті з інтерв'ю, публікацій та інших джерел.

Мета досліджень

Метою статті є дослідження оцінювання нерухомості для цілей страхування, у тому числі ключові проблеми страхового оцінювання.

Виклад основного матеріалу

У період економічної нестійкості несподівані витрати стають особливо відчутними. Тому важливо своєчасно та обдуманно зменшувати ризики, пов'язані з такими видатками. При цьому слід врахувати елемент невизначеності і можливість виникнення небажаних подій, оскільки майбутнє залишається невідомим. Власники нерухомості, як приватні особи, так і компанії, прагнуть захистити свої активи від потенційних загроз, будь-то стихійні катастрофи, техногенні події чи дії третіх осіб. Через це багато хто обирає страхування своєї нерухомості. Таким чином, і для страховика, і для страхувальника важливо точно визначити реальну вартість об'єкта, що страхується. Це впливає на обсяг страхової виплати та компенсацію у разі збитку. Тобто, професійна оцінка об'єкта стає ключовим аспектом для цілей його страхового захисту [1, с. 130 - 137].

В умовах економічних проблем, таких як інфляція, збільшення цін і падіння курсу гривні, спадає попит та платоспроможність клієнтів страхових компаній, що гальмує розвиток страхового сектора. Криза також позначається на зниженні іпотечного кредитування, що тягне за собою зменшення обсягу іпотечного страхування. Тепер клієнти, бажаючи економити, шукають найвигідніші пропозиції та якісне обслуговування. Проте, за прогнозами, страховий сектор збереже позитивну динаміку наприкінці року, спираючись на ранній досвід. Хоча кількість страхових компаній зменшиться, на ринку зберуться найнадійніші учасники. За даними регулятора - Національного банку України, зростання ринку в 2023 році становитиме не більше 2%. Лідерами будуть страхування життя та майна приватних осіб, тоді як деякі сегменти стоятимуть на місці [2, с. 329 - 256].

Однією з ключових проблем у сфері страхування є обмежена активність та обізнаність з питань страхування нерухомості. Важливо активізувати інформування громадян та проводити соціальну кампанію, щоб наголосити на важливості страхування нерухомого майна. Страхове оцінювання виходить із принципу заміни чи відновлення об'єктів нерухомості, які можуть бути втрачені чи пошкоджені [3; 4]. У нашій країні часто практикується заниження страхової вартості під час укладання угод зі страхування нерухомості. Виявляються такі проблеми як недостовірна оцінка та навмисне спотворення її результатів, що підтверджується виникаючими судовими суперечками. Страхові агентства прагнуть швидкої та акуратної оцінки, мінімізуючи витрати, при цьому часто звертаються до незалежних експертів, що вважається кращим для власників майна.

Діяльність в галузі оцінки стикається з проблемою нестачі досвідчених та кваліфікованих фахівців. Компетентність оцінювача вкрай важлива: для отримання надійної інформації він має бути знайомий не лише з методиками та стандартами, а й розуміти економічні тенденції на національному та міжнародному рівні, а також вміти прогнозувати динаміку ринку нерухомості. Оціночні компанії, що об'єднують команду експертів, які спільними зусиллями застосовують свій досвід та знання, успішніше справляються із завданнями, що підвищує шанси на достовірні та акуратні результати.

Як страховики, так і страхувальники можуть виступати замовниками послуг з оцінки. Коли будинок у відмінному стані має невисоку балансову вартість, обидві сторони не схильні спиратися на цю вартість і вважають за краще провести оцінку реальної вартості. При настанні страхової події обидві сторони можуть зіткнутися зі складністю об'єктивного визначення збитків і, отже, суми страхової виплати з огляду на те, що їхні економічні інтереси можуть розходитися. Звернення до незалежного експерта для неупередженої оцінки збитків стане ключем до справедливого рішення, яке задовольнить інтереси кожної із сторін.

У нашій країні сфера оцінки перебуває у процесі формування, процесі законодавчого становлення, немає суворої регламентації, і підходи до оцінки об'єктів не стандартизовані. Це призводить до складних відносин між оцінювачами: з одного боку, вони прагнуть до співпраці та обміну досвідом, з іншого -

зберігають свої унікальні методики як конкурентну перевагу.

Найчастіше використовується оцінка ринкової вартості об'єкта для страхування, оскільки вона найкраще відбиває поточний стан об'єкта. Тим не менш, можуть виникати проблеми при оцінці унікальних або дорогих будівель, створених за індивідуальними проектами або в особливих місцях. Для промислових об'єктів розрахунок страхової суми на основі ринкової вартості може бути недоцільний.

При визначенні страхової вартості нерухомості аналіз найкращого використання, типовий для традиційних розрахунків ринкової вартості, непотрібен. Це пояснюється тим, що страхування стосується конкретних об'єктів у їхньому справжньому стані, а не потенційних поліпшень, які могли б підвищити їхню вартість. У разі страхування доходних об'єктів та промислових підприємств при використанні витратного методу вартість землі або прав на неї через її природні характеристики не завжди враховується. Однак це є дискусійним моментом, враховуючи можливість шкоди землі, наприклад, при розливі токсичних речовин. Насправді страховик та страхувальник на етапі переговорів визначають основу оцінки. Завданням оцінювача служить точне і обґрунтоване визначення страхової вартості з урахуванням цієї оцінки. Оцінювач може також надавати рекомендації щодо типу вартості, враховуючи характер та категорію майна [5, с. 254 - 259].

Можуть виникати складнощі в процесі оцінки також при зборі відомостей про об'єкти власності та угоди з ними. В даний час функціонує низка державних та недержавних структур, що займаються збором даних з операцій купівлі-продажу об'єктів власності. Але серед цих даних зустрічаються неповні відомості, вони роз'єднані за відомствами та типами, може бути утруднено офіційне отримання інформації з відповідних організацій про об'єкти власності, їх власників та учасників угод. Потрібна систематизація, стандартизація та впорядкування такої інформації у вигляді офіційних баз, подальше використання яких буде можливим для отримання обґрунтованих даних та послужить інформаційною основою для оцінки вартості нерухомості.

У результаті варто наголосити: для страхових цілей оцінку слід проводити кваліфікованим оцінювачем. Визначена ним страхова вартість повинна мати обґрунтування та відповідати реальній ринковій вартості. Договори страхування можуть включати об'єкти, такі як земельні ділянки, і повинні чітко вказувати обсяг компенсації та ризики, причому кожен ризик має бути конкретно визначений для різних сценаріїв.

Висновки

Оцінка нерухомості, проведена професійним оцінювачем, грає критично важливу роль у процесі страхування. Вона забезпечує чесне та обґрунтоване визначення вартості об'єкта, мінімізуючи ризики як для страхувальника, так і для страховика. Оцінка нерухомості для страхових потреб вимагає врахування багатьох змінних, включаючи поточний стан об'єкта, його місцезнаходження, ринкові тренди та потенційні ризики. Не всі методи оцінки однаково підходять для страхування. Вибір оптимального

методу оцінки залежить від конкретного об'єкта та специфіки страхового полісу. Щоб уникнути юридичних конфліктів та суперечок при настанні страхового випадку, договори страхування повинні максимально точно та конкретно описувати об'єкт страхування та умови покриття. Оцінювач не просто визначає вартість, а й виконує роль консультанта,

допомагаючи страховику та страхувальнику зрозуміти всі нюанси оцінки та можливі ризики. Насамкінець, актуальність теми оцінки нерухомості з метою страхування незаперечна. Правильна та об'єктивна оцінка стає ключовою ланкою у процесі страхування, гарантуючи захист інтересів усіх учасників цього процесу.

Література

1. Марценюк-Розарьонова О.В., Шуляк О.В. Майнове страхування, його особливості, значимість та перспективи розвитку // Збірник наукових праць ВНАУ. — Вінниця, 2013. — № 4 (81). — С. 130–137.
2. Вовчак О.Д. Страхова справа: підручник / О.Д. Вовчак. — К.: Знання, 2011. — 391 с.
3. Рубан С.О. Тенденції розвитку майнового страхування в Україні [Електронний ресурс]. — 2011. — Режим доступу: <https://is.gd/J6v8iX>
4. Консолідовані звітні дані страховиків за 2012–2017 рр. / Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері фінансових послуг в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://nfp.gov.ua>
5. Петришина Т.О. Проблеми реалізації послуг зі страхування майна підприємств / Т.О. Петришина // Актуальні проблеми розвитку економіки регіону: науковий збірник / За ред. І.Г. Ткачук. — Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2009. — Вип. V — Т. 2. — С. 254–259.

References

1. Marcenjuk-Rozarjonova, O.V. and Shuljak, O.V. (2013) "Property insurance, its features, significance and prospects of development", *Zbirnyk naukovykh pracj VNAU*, vol. 4, no. 81, pp. 130–137.
2. Vovchak, O.D. (2011) *Strakhova sprava: pidruchnyk [Insurance business: textbook]*, Znannia, Kyiv, Ukraine.
3. Ruban, S.O. (2011) "Trends in the development of property insurance in Ukraine", available at: <https://is.gd/J6v8iX> (Accessed 15 October 2018).
4. National Commission for State Regulation of Financial Services Markets (2018), "Consolidated reporting data of insurers for 2012–2017", available at: <http://nfp.gov.ua> (Accessed 15 October 2018).
5. Petrishina, T.O. (2009), "Problems of realization of services in property insurance of enterprises", *Aktualni problemy rozvytku ekonomiky rehionu: Naukovyi zbirnyk*, vol. 5, pp. 254–259.

¹ **Iryna Briukhovetska**, Associate Professor of the Department of Finance, Banking and Insurance Interregional Academy of Personnel Management, ORCID: 0000-0002-1469-1485;

² **Halyna Kryshtal**, DCs in economic, Professor,

Head of the Department of Finance, Banking and Insurance, ORCID: 0000-0003-3420-6253

^{1,2} Interregional Academy of Personnel Management, Kyiv, Ukraine

REAL ESTATE APPRAISAL FOR INSURANCE PURPOSES

Abstract. The article examines the specifics and features of real estate valuation in the context of insurance. The main attention is paid to the differences between the classic market value of the object and the insurance value. The main methods and approaches to evaluation are considered, the importance of the evaluator's professionalism in providing objective and substantiated results is emphasized. Potential complexities and controversial issues are highlighted, such as the inclusion of the value of the land plot or accounting for the natural characteristics of the plot. The importance of this topic is confirmed by the changing nature of the insurance market and the need for adequate valuation of real estate for correct and fair insurance coverage.

Special attention is paid to the assessment of the market value of the object for insurance, as it best reflects the current state of the object. The article highlights the problems in evaluating unique or expensive buildings created according to individual projects or in special places. It was determined that for industrial facilities, the calculation of the insurance amount based on the market value may be impractical.

The article defines real estate appraisal for insurance purposes as the process of determining the value of a real estate object (housing, commercial real estate, industrial facilities, etc.) at the time of concluding an insurance contract. This value is used to determine the amount of the insurance payment in the event of an insured event (for example, fire, earthquake, flood and other unforeseen situations).

The authors concluded that the valuation of real estate for insurance purposes allows the insured and the insurer to reach an agreement on the value of the object, thus ensuring transparency and fairness in the relations between the parties to the contract.

The article will be useful for insurance professionals, appraisers, and a wide range of individuals interested in understanding the appraisal process and its impact on insurance relationships.

Keywords. Real estate appraisal; insurance; standardization; estimated value; market value; insurance amount; real value

С.В. Сазонова, к.е.н., доцент кафедри менеджменту, <https://orcid.org/0000-0002-9881-9692>
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій

ПЕРЕДУМОВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ЦИФРОВОЇ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Анотація. Цифрова економіка базується на діяльності телекомунікаційних підприємств, що приводить до глибоких змін в тому, як телекомунікаційні підприємства повинні бути організовані сьогодні для управління у майбутньому. Нові тенденції у глобальному масштабі зумовлюють потребу телекомунікаційних підприємств, у розробці нової парадигми стратегічного управління та нової концептуальної моделі стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами.

Телекомунікаційні підприємства мають розробити та впровадити нову модель стратегічного управління, яка забезпечить: формування бази знань, використання штучного інтелекту, визначення набору взаємопов'язаних правил, розробку експертної системи, впровадження системи управління інформацією, задля досягнення стратегічних цілей у довгостроковій перспективі.

В статті доведено, що в умовах розвитку цифрової економіки одним з ефектів функціонування системи стратегічного управління на підприємстві в має бути підвищення формалізації її процесів. В свою чергу, це забезпечить процес цифровізації та створення процедур, які дозволять телекомунікаційному підприємству досягати цілей найкращим способом.

В роботі наголошено, що система стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами в умовах цифрової економіки дозволяє сформувати таку модель стратегічного управління, яка ґрунтується на парадигмі цифрової стратегії, а також включає в себе цінності та мету підприємства та соціальну відповідальність бізнесу. Запропонована у статті модель стратегічного управління дозволить стабілізувати роботу телекомунікаційних підприємств в складні часи, запровадити інноваційні стратегічні методи управління, використовуючи цифрові технології для прийняття та реалізації стратегічних управлінських рішень. Парадигма цифрової стратегії базується на декомпозиції цілей та функцій управлінських підсистем. Сама декомпозиція здійснюється на принципах прозорості та достатності, тобто раціональному розмежуванні видів управління з наступним об'єднанням їх в єдину систему (композицію) стратегічного управління на всіх рівнях телекомунікаційного підприємства.

Ключові слова: стратегічне управління, цифрова стратегія, модель стратегічного управління, телекомунікаційні підприємства, цифрова економіка, цифровізація, цифрова трансформація.

Вступ

Розвиток цифрової економіки, яка ґрунтується на цифровій трансформації та диджиталізації, призводить до зміни понять сировини, продуктів, зміни сутності ринків, методів управління, засобів виробництва, способів оплати тощо. Ці зміни дають підприємствам нові можливості розвитку бізнесу, створення нових каналів доступу до ринків, отримання доходів, підвищення продуктивності праці та ефективності роботи підприємства, оптимізації використання ресурсів та технологій.

Нові тенденції у глобальному масштабі зумовлюють потребу телекомунікаційних підприємств у розробці нової концепції стратегічного управління. Актуальність питання зумовлена тим фактом, що телекомунікаційні підприємства являють собою важливий елемент глобальної інформаційної інфраструктури і фактично забезпечують функціонування цифрової економіки.

Матеріали і методи досліджень

Проблемам функціонування телекомунікаційних підприємств в сучасних умовах присвятили свої праці О. Гудзь, А. Глушенкова, Л. Лазоренко, І. Маковецька, І. Новикова, О. Сосновська, С. Стецюк та ін.

Фундаментальні теоретичні дослідження в галузі стратегічного управління представлені в працях зарубіжних та вітчизняних вчених, а саме: І. Ансофф,

О. Ареф'єва, Л. Балабанова В. Віханський, П. Друкер, М. Іляшенко, Дж. МакКін, М. Портер, Г. Мінцберг, А. Томсон, З. Шершньова, С. Чернова, А.Іг. Чендлер та ін.

Проблематика цифрової економіки висвітлено в роботах С. Арал, Х. Делларокас, В. Базилович, В. Геєць, Н. Гранадос, О. Гудзь, Б. Данилишин, В. Ільїн, Кауфман, Е. Клемонс, О. Ночвіна, О. Піщуліна, Тінг Лі, А. Тойнбі, Е. Тоффлер, Г. Хаберлер, Й. Шумпетер та інші.

Науковці вивчають принципи зміни парадигми стратегічного управління підприємствами, визначають складові цифрової економіки, висвітлюють питання цифрової трансформації підприємств, розглядають напрямки розвитку концептуальної моделі цифрової економіки та індустрії 4.0 тощо.

Таким чином, можна зазначити, що в сучасній науковій економічній літературі, існує багато досліджень, присвячених стратегічному управлінню підприємствами з в сучасних умовах. Але, не зважаючи на кількість наукових досліджень, які зосереджуються на розвитку цифрової економіки, впровадженні цифрових технологій та наслідках диджиталізації, питання моделі цифрової стратегії управління в контексті управління телекомунікаційними підприємствами, залишається відкритим.

У статті використано загальнонаукові методи пізнання, узагальнення, системного аналізу, синтезу. Застосовано спеціальні методи, а саме: збору інфор-

мації та обробки інформації; методи проведення аналітичної роботи; методи планових розрахунків і обґрунтувань. Методологічним підґрунтям виступили сучасні положення теорії стратегічного управління підприємствами та теорія розвитку цифрової економіки, диджиталізації та цифрової трансформації.

Мета дослідження

Метою даного дослідження являється окреслення парадигми моделі цифрової стратегії телекомунікаційними підприємствами.

Виклад основного матеріалу

Більшість керівників сучасних підприємств усвідомлюють, що успіх бізнесу залежить від стабільної роботи телекомунікаційної інфраструктури, а отже від сталого розвитку телекомунікаційних підприємств. Таким чином, важливість стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами в умовах цифрової економіки, як проблеми менеджменту підприємств постійно зростає.

Телекомунікаційні підприємства мають свої особливі, проблеми та потреби, які виникають під час задоволення попиту юридичних та фізичних осіб у товарах, роботах, послугах й отримання на цій основі прибутку підприємством [3]. Будучи економічно-соціальним об'єднанням людей, засобів праці, ресурсів тощо, телекомунікаційні підприємства діють у часі сьогодення як offline, так і online, створюючи матеріальні передумови цифрової економіки. І цей факт в ключі майбутнє реалізується у вигляді диджиталізації та цифрової трансформації. За останні чотири десятиліття, починаючи від становлення інформаційного суспільства та глобалізації економічних форм взаємодії між суб'єктами економіки, суттєво змінювалися цілі, зміст, методи та моделі стратегічного управління підприємствами, а також механізми реалізації стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами. Внаслідок науко-

во-технічного прогресу та виникнення Інтернету, відбулись безпрецедентні зміни, які трансформувалися у цифрову економіку.

В економіці України, з часів транзитивної економіки і до нині продовжується стогнація промисловості, падіння ринків та рівня життя населення. Склалася стала тенденція зниження інвестицій, ВВП, ефективності виробництва [2]. Натомість, телекомунікаційні підприємства продовжують надавати послуги, забезпечувати населення загальнодоступними телекомунікаційними послугами, створювати платформу необхідну для оборони країни, а також отримувати прибуток та сплачувати податки, тим самим підтримуючи економіку країни, яка перебуває у воєнному стані.

Метою стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами поступово стає виживання підприємств, надання життєво-необхідних послуг зв'язку та телекомунікацій для населення, задоволення потреб держави та споживчий інтерес користувачів послуг, які потіснили максимізацію прибутку. Виробництво телекомунікаційних послуг розвивається для виживання населення та забезпечення обороноздатності країни. Ця модель залишається актуальною для вітчизняних телекомунікаційних підприємств, що функціонують та розвиваються в країні, яка протистоїть агресору та розбудовує цифрову економіку, як необхідність для інтеграції у Європейську спільноту та цивілізований світ.

В умовах становлення та розвитку цифрової економіки телекомунікаційні підприємства потребують розробки моделі стратегічного управління, яка може бути використана для забезпечення виживання та розвитку підприємств, в тому числі на умовах державно-приватного партнерства [4], для покращення розвитку фізичної та технічної платформи цифровізації економіки, створення «точок опори та зростання» виробництв індустріалізації 4.0 та V–VI технологічних укладів [5, 12] та забезпечення інтеграції краї-

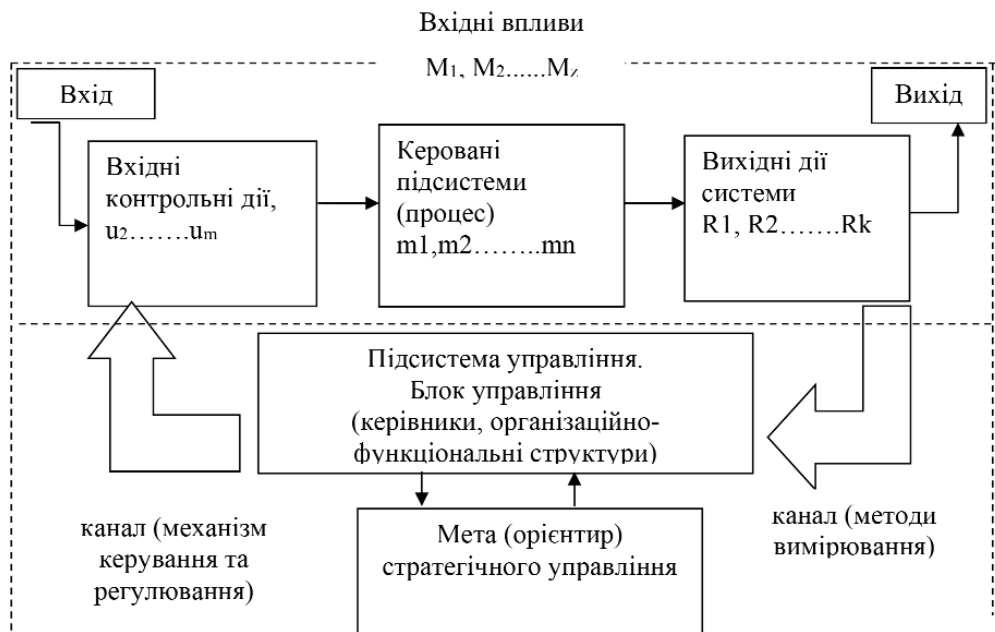


Рис. 1. Модель системи стратегічного управління.

ня у цивілізований світ. Особливістю моделі стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами має стати побудова нової парадигми стратегічного управління підприємствами в умовах цифрової економіки.

Парадигма цифрової стратегії. В загальному вигляді система стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами в умовах цифрової економіки представлено на рис. 1.

Входи та виходи з'єднують систему з її середовищем. У цьому випадку під входом розуміють введення в систему ресурсів, завдяки яким система функціонує, управляється і розвивається, забезпечуючи виходи з системи. Результат також можна визначити як мету системи управління. Кожна підсистема може мати свій вихід (входи), що відповідає стратегічним планам телекомунікаційного підприємства як системи.

Основною метою системи стратегічного управління є забезпечення взаємоузгодженого розвитку всіх видів діяльності на підприємстві, що повинно виражатися в наступних підсистемах $m = [m_1, m_2, \dots, m_n]$:

- підсистема штучного інтелекту, призначена для цифрового управління підприємством;
- інформаційна підсистема, призначена для аналізу, обробки, накопичення та зберігання даних та інформації [11];
- підсистема управління ресурсами, призначена для контролю ефективного використання стратегічних ресурсів на підприємстві [2],
- підсистема контролінгу, призначена для оцінки діяльності підприємства та коригування системи стратегічного управління підприємствами зв'язку на основі зворотного зв'язку та отриманих оцінок;
- підсистема управління ризиками, призначена для реалізації функцій управління ризиками [8];
- підсистема управління інноваціями, призначена для впровадження інновацій для стабільного функціонування підприємства та досягнення конкурентних переваг у довгостроковому періоді розвитку.

Все, що перетворює вхідні дії керування (u_1, u_2, \dots, u_m) на вихід, називається процесом. Модель системи управління може бути описана з певною точністю векторами або набором значень змінних внутрішнього стану системи $m = [m_1, m_2, \dots, m_n]$, наприклад, кількість працівників, кількість каналів, тип обладнання, його надійність і т.д.; вихідні змінні (результати функціонування системи) $R = [r_1, r_2, \dots, r_k]$, наприклад, кількість виконаних замовлень за певний час (або збої в з'єднаннях), прибуток, собівартість продукції, використання обладнання, її час безвідмовної роботи тощо. Іншими словами, це вихід системи, або умови (поза системою), які виникають у результаті діяльності підприємства. Вхідні впливи (наприклад, невідповідність постачання запасних частин і пристроїв, обмеження можливості найму працівників тощо) складають множину $M = [M_1, M_2, \dots, M_n]$. Вхідні керуючі впливи $u = [u_1, u_2, \dots, u_m]$, як правило, мають форму рішень щодо зміни внутрішнього стану керованої системи, нейтралізації зовнішніх впливів, перегляду цілей функціонування системи.

Набір із чотирьох груп змінних можна використовувати для опису будь-якої системи та порівнян-

ня їх між собою, а також для вивчення змін станів однієї й тієї ж системи з часом для визначення тенденцій і характеру її розвитку.

Система (підсистема) управління включає:

- канал або метод для вимірювання вихідних параметрів і станів з метою отримання відповідної інформації;
- блок керування, в якому результати, отримані під час вимірювання, порівнюються з плановими (ціль, еталон) і який керує механізмом корекції, а відповідно, підвалами всієї системи;
- канал або механізм контролю та корекції.

Виникнення відхилень від запланованих результатів є досить поширеним явищем при роботі складних систем.

В рамках наукового дослідження було проведено опитування менеджерів 62 малих і середніх підприємств, які відповідають за процес цифровізації та диджиталізації на підприємстві. Серед опитуваних 41% відповіли позитивно щодо впровадження стандартів внутрішніх процесів цифровізації за останні 4 роки (2019-2023 роки). Саму діяльність впровадження цифровізації процесів управління, як підсистеми стратегічного управління, згідно з опитуванням, здійснювали 65% середніх підприємств та 56% малих підприємств.

Частіше розвиток диджиталізації із впровадженням стандартів внутрішніх процесів на підприємстві стосувалися підприємств, які професійно здійснюють процес навчання (50%), аніж тих, які не навчають своїх працівників або здійснюють це частково згідно з передовим досвідом.

В той же час цифровізація підсистеми управління ресурсами із контролем вихідних даних системи стратегічного управління отримали стандарти цифровізації управлінських процесів обсягом 54% підприємств в перші два роки досліджуваного періоду, тобто з 2019 по 2020 роки та 68% за період з 2019 по 2022 роки. Статистичний аналіз показав значну взаємозалежність між професіоналізацією навчальної діяльності та стратегічними змінами на підприємстві. Варто відзначити, що, на думку менеджерів підприємств, цифровізація навчання продемонструвала високі результати ефективності, попередивши втрату контролю над управлінням системою підприємства.

Ще одним проявом розвитку системи стратегічного управління телекомунікаційних підприємств в умовах диджиталізації є «розробка та цифровізація процедур, пов'язаних із виконанням завдань». З такою ініціативою виступили 41% опитаних малих і середніх підприємств. У середніх компаніях зміни відбувалися набагато частіше, ніж у малих. Більша частина з них (55%) за аналізований період розробили внутрішні процедури щодо виконання завдань, а серед малих суб'єктів таку ініціативу підхопили вдвічі менше. Отже, зв'язок між розміром підприємства та впровадженням цифровізації бізнес-процесів пов'язаних із виконанням завдань є статистично значущим. В опитуванні брали участь малі та середні телекомунікаційні підприємства (провайдери, компанії ай-ті підтримки, ремонт телекомунікаційного обладнання тощо).

Висновок

Одним з ефектів функціонування системи стратегічного управління на підприємстві в умовах циф-

рової економіки є підвищення формалізації її процесів цифровізації та створення процедур, які забезпечують найкращі способи діяльності підприємства при яких досягаються цілі підприємства.

Запропонована парадигма стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами базується на підході до формування синергетичної системи ситуаційного, оперативного, процесного та стратегічного управління для досягнення поставлених цілей функціонування підприємства. Акцентування уваги на системі стратегічного управління телекомунікаційними підприємствами в умовах цифрової економіки дозволяє сформулювати таку модель стратегічного управління, яка ґрунтується на парадигмі цифрової стратегії, цінностях підприємства та соціальній

відповідальності бізнесу. Запропонована модель дозволить здійснити стабілізацію роботи підприємства в складні часи, запровадити інноваційні стратегічних методів управління, використовуючи цифрових технологій для прийняття та реалізації стратегічних управлінських рішень. Парадигма цифрової стратегії базується на декомпозиції цілей та функцій управлінських підсистем. Сама декомпозиція здійснюється на принципах прозорості та достатності, тобто раціональному розмежуванні видів управління з наступним об'єднанням їх в єдину систему (композицію) стратегічного управління на всіх його рівнях від загального рівня телекомунікаційного підприємства до самоменеджменту та розвитку окремого фахівця підприємства телекомунікацій.

Література

1. Бодров , В., Зрибнева, І., Сазонова , С., Сидорук, І., Орленко , О. (2023). Посилення взаємозв'язку диджиталізації та національної моделі смарт-економіки для реалізації стратегії інноваційного розвитку. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 3(50), 308–319. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.3.50.2023.4084>
2. Булеев І. П., Брюховецька Н. Ю. Парадигма, моделі та механізми активізації інвестиційної діяльності суб'єктів господарювання. *Бізнес-інформ*. 2019. № 3. С.75-83
3. Гвініашвілі Т. З. Зміна парадигми стратегічного управління підприємством в умовах цифрової економіки. *Економічний простір*. 2021, No 172. С. 23-28.
4. Гудзь О. С., Сазонова С. В. Формування організаційно-економічного механізму загальнодоступних послуг телекомунікаційними підприємствами: монографія. Львів: Ліга-Прес, 2018. 144 с.
5. Ноджак, Л., Паращич, М.. Розвиток 4.0 індустрії в Україні: проблеми перспективи. *Економіка та суспільство*. 2022, №(45). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-29>
6. Ночвіна І.О. Цифровізація економіки: можливості та основні загрози. *Збірник наукових праць ХНПУ імені Г.С. Сковороди «Економіка»*. 2021. Вип. 19. С, 90-97. URL: <http://journals.hnpu.edu.ua/index.php/economics/article/view/3678> (дата звернення 05.12.2022)
7. Піщуліна О. Цифрова економіка: тренди, ризики та соціальні детермінанти: доповідь. Центр Разумкова. Київ. Жовтень 2020. URL: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf (дата звернення 13.04.2023)
8. Селезньова, Г., Чумак, Г. Вплив розвитку цифрової економіки на конкурентне середовище вітчизняних підприємств. *Підприємництво та інновації*, 2022, (25), 69-74. URL: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.11>
9. Aral S., Dellarocas Chr., Godes D. Introduction to the Special Issue – Social Media and Business Transformation: A Framework for Research, *Information Systems Research*, 2013, 24, (1), 3-13
10. Europe's Digital Decade: digital targets for 2030 URL: <https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/> (дата звернення 15.03.2022)
11. Gong, C., Parisot, X., Reis, D. Die Evolution der Digitalen Transformation. *Digitalisierung. Schwerpunkt Business Model Innovation*. Springer Gabler, 2023, Wiesbaden. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-658-36634-6_11 (дата звернення 20.04.2023)
12. Imran, F., Shahzad, K., Butt, A., Kantola, J. Digital Transformation of Industrial Organizations: Toward an Integrated Framework. *Journal of Change Management*, 2021, 21, 451 - 479.
13. Ji, X., & Li, W. Digital Transformation: A Review and Research Framework. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 2022, 5(3), 21–27. <https://doi.org/10.54097/fbem.v5i3.1898> (дата звернення 20.04.2023)
14. Piccinini, E., Gregory, R., Kolbe, L. Changes in the Producer-Consumer Relationship-Towards Digital Transformation. In 12th international conference on Wirtschaftsinformatik. 2015, pp. 1634–1648. URL: <https://www.researchgate.net/publication/277325460> (дата звернення 08.04.2023)

References

1. Bodrov, V., Zrybnieva, I., Sazonova, S., Sydoruk, I., Orlenko, O. (2023). Posylennia vzaïmozv'язku dydzhytalizatsii ta natsionalnoi modeli smart-ekonomiky dlia realizatsii stratehii innovatsiinoho rozvytku [Strengthening the relationship between digitization and the national smart economy model for the implementation of the strategy of innovative development]. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 3(50), pp. 308–319 <https://doi.org/10.55643/fcaptp.3.50.2023.4084> (in Ukrainian)
2. Bulieiev I. P., Briukhovetska N. Yu. (2019). Paradyhma, modeli ta mekhanizmy aktyvizatsii investytsiinoi diialnosti subiektiv hospodariuvannia [Paradigm, models and mechanisms of activation of investment activity of business entities]. *Business information*. № 3. (in Ukrainian)
3. Hviniasvili T. Z. (2021). Zmina paradyhmy stratehichnoho upravlinnia pidpriumstvom v umovakh tsyfrovoi ekonomiky [Changing the paradigm of strategic enterprise management in a digital economy]. *Ekonomichnyi prostir*. No 172. (in Ukrainian)
4. Hudz O. Ye., Sazonova S. V. (2018). Formuvannia orhanizatsiino-ekonomichnoho mekhanizmu zahalnodostupnykh posluh telekomunikatsiinykh pidpriumstvamy: monohrafiia [Formation of the organizational and economic mechanism of publicly available services by telecommunications enterprises: monograph]. Lviv: Liha-Pres. (in Ukrainian)

5. Nojak, L., Parashchych, M. (2022). Rozvytok 4.0 industrii v Ukraini: problemy perspektyvy. *Ekonomika ta suspilstvo* [Development of industry 4.0 in Ukraine: problems of perspective. *Economy and society*]. *Ekonomika ta suspilstvo*, (45). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-29>
6. Nochvina I.O. (2021). Tsyfrovizatsiia ekonomiky: mozhlyvosti ta osnovni zahrozy [Digitalization of the economy: opportunities and main threats]. *Zb. nauk. prats KhNPU imeni H.S. Skovorody «Ekonomika»*. Vol. 19. Pp. 90-97. Available at: <http://journals.hnpu.edu.ua/index.php/economics/article/view/3678> (in Ukrainian)
7. Pischulina, O. (2020). "Digital economy: trends, risks and social determinants: report", *Tsentr Razumkova*, Available at: https://razumkov.org.ua/uploads/article/2020_digitalization.pdf (Accessed 7 April 2023). (in Ukrainian)
8. Seleznova, H., Chumak, H. (2022). Vplyv rozvytku tsyfrovoi ekonomiky na konkurentne seredovyshche vitchyznianskykh pidpriemstv [The impact of the development of the digital economy on the competitive environment of domestic enterprises. *Entrepreneurship and innovation*]. *Pidprijemnytstvo ta innovatsii*, (25), 69-74. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/25.11>
9. Aral S., Dellarocas Chr., Godes D., (2013). Introduction to the Special Issue -- Social Media and Business Transformation: A Framework for Research, *Information Systems Research*, 24, (1), 3-13. (in USA).
10. Europe's Digital Decade: digital targets for 2030. Available at: <https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/> (in Poland)
11. Gong, C., Parisot, X., Reis, D. (2023) *Die Evolution der Digitalen Transformation. Digitalisierung. Schwerpunkt Business Model Innovation*. Springer Gabler, Wiesbaden. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-658-36634-6_11 (in United Kingdom)
12. Imran, F., Shahzad, K., Butt, A., & Kantola, J. (2021). Digital Transformation of Industrial Organizations: Toward an Integrated Framework. *Journal of Change Management*, 21, 451 - 479. (in U.S.A.)
13. Ji, X., & Li, W. (2022). Digital Transformation: A Review and Research Framework. *Frontiers in Business, Economics and Management*, 5(3), 21–27. Available at: <https://doi.org/10.54097/fbem.v5i3.1898> (in U.S.A.)
15. Piccinini, E., Gregory, R., & Kolbe, L. (2015). Changes in the Producer-Consumer Relationship-Towards Digital Transformation. In *12th international conference on Wirtschaftsinformatik*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/277325460_ (in Germany).

S. Sazonova, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management, <https://orcid.org/0000-0002-9881-9692>
State University of Information and, Communication Technologies

PREREQUISITES AND PECULIARITIES OF BUILDING A MODEL OF DIGITAL MANAGEMENT STRATEGY FOR TELECOMMUNICATIONS ENTERPRISES

Abstract. New trends on a global scale necessitate the development of a new concept of strategic management of telecommunications enterprises. The relevance of the issue is due to the fact that telecommunications companies are an important element of the global information infrastructure and actually ensure the functioning of the digital economy.

The article uses general scientific methods of cognition, generalisation, system analysis and synthesis. Special methods are used, namely: collection and processing of information; methods of analytical work; methods of planned calculations and justifications. The methodological basis is the modern provisions of the theory of strategic management of enterprises and the theory of the development of the digital economy, digitalisation and digital transformation.

The digital economy is based on the activities of telecommunications enterprises, which leads to profound changes in the way telecommunications enterprises should be organised today in order to be managed in the future.

Telecommunications enterprises need to develop and implement a new model of strategic management, which will ensure: the formation of a knowledge base, the use of artificial intelligence, the definition of a set of interrelated rules, the development of an expert system, the implementation of an information management system, to achieve strategic goals in the long term.

The article proves that in the context of the development of the digital economy, one of the effects of the strategic management system at an enterprise should be an increase in the level of formalisation of its processes. In turn, this will also ensure the process of digitalisation and the creation of procedures that will allow the telecommunications enterprise to achieve its goals in the best possible way.

It is noted that the system of strategic management of telecommunication enterprises in the digital economy allows to form a model of strategic management based on the paradigm of digital strategy, and also includes the values and goals of the enterprise and social responsibility of business. The model of strategic management proposed in the article will help to stabilise the work of telecommunications enterprises in difficult times, introduce innovative methods of strategic management, and use digital technologies to make and implement strategic management decisions. The digital strategy paradigm is based on the decomposition of goals and functions of management subsystems. The decomposition itself is carried out on the principles of transparency and sufficiency, i.e. rational separation of management types with their subsequent integration into a single system (composition) of strategic management at all levels of a telecommunications enterprise.

Keywords: strategic management, digital strategy, strategic management model, telecommunications enterprises, digital economy, digitalisation, digital transformation.

Н.В. Лисиця, к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки будівництва,
<https://orcid.org/0000-0002-3353-8347>
 Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

МЕТОДИ ТА ПІДХОДИ ЩОДО ДІАГНОСТИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА

Анотація. В статті розглянуто досвід формування стратегій упередження банкрутства, формування системи економічної безпеки будівельних підприємств, антикризового управління. Досліджено різні методи та підходи щодо формування системи індикаторів оцінки загрози виникнення фінансової кризи підприємства, а також надання практичних рекомендацій щодо покращення моніторингу загроз економічної безпеки будівельного бізнесу. За відсутності єдиного підходу пропонується у якості наблизеного переліку взяти фактори «кризового поля», які у процесі оцінювання ступеня економічної безпеки будівельних підприємств рекомендовано доповнювати або скорочувати, виходячи із специфіки діяльності і складання звітності підприємством. Показники діагностики економічної безпеки підприємства пропонується поділяти на прямі і непрямі (опосередковані) за ступенем впливу. Проаналізовано дослідження багатьох авторів, які вважають, що показники і ризики одного і того самого підприємства є різними у залежності від стадії його життєвого циклу. Деякі автори пропонують вимірювати життєвий цикл підприємства грошовим потоком, інші пропонують визначати стадію життєвого циклу на основі даних про виручку підприємства. Розглянуто матрицю показників діагностики і динаміки їх рівня по етапах життєвого циклу підприємства. Проаналізовано критичні ризики підприємства залежно від стадії його життєвого циклу. Досліджено основні підходи до оцінки потенціалу підприємства. Розглянуто теоретико-методологічні підходи до оцінювання антикризового потенціалу підприємства та забезпечення економічної безпеки підприємства, досліджено фактори, що впливають на економічну безпеку будівельних підприємств України, проаналізовано можливі методи її оцінювання та прогнозування. Обґрунтовано комплекси первинних фінансових показників, пріоритетних для здійснення антикризової діагностики, на основі яких визначено умови ефективності антикризового управління. Виявлено показники-індикатори, що об'єктивно відображають антикризовий потенціал будівельного підприємства комплексно характеризують його фінансову, виробничу та інвестиційну діяльність.

Ключові слова: економічна безпека підприємства, економічна діагностика, управління ризиками, антикризове управління, антикризовий потенціал, життєвий цикл підприємства, ризики, загрози, стратегія, банкрутство.

Постановка проблеми

Світова практика економічного управління нагромадила чималий досвід формування стратегій упередження банкрутства, формування системи економічної безпеки будівельних підприємств, антикризового управління тощо. Втім, незадовільний фінансовий стан більшості підприємств будівельної галузі вимагає розробки нових і удосконалення існуючих механізмів забезпечення економічної безпеки підприємства та управління антикризовим потенціалом.

Останнім часом тема прогнозування банкрутства підприємств набула значної популярності, чимало досліджень було присвячено розробці оптимальної моделі прогнозування банкрутства, з них значна частина робіт - виявлення кращої моделі прогнозування банкрутства серед існуючих.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом увагу науковців зосереджено на упередженні глибоких і тривалих кризових станів, зокрема проблематику формування та розвитку систем попередження банкрутства досліджували Е. Альтман, І.О. Бланк [1], Н.Є. Брюховецька, К.В. Ізмайлова, Т.С. Клебанова, О.І. Копилук, Р.М. Скупський, Р.А. Слав'юк, О.О. Слісаренко, В.А. Соколенко, О.Г. Тарасенко, О.О. Терещенко, А.В.

Череп, А.М. Чернявський, А.М. Штангрет та інші; виявленню нефінансових чинників кризового розвитку присвячено роботи Е.В. Басалава, Дж. Брейтуейта, Б.П. Велдкамп, Т. де Вре, І.В. Гладкова, Л.С. Гринкевич, Е. Каденса, В.В. Котова та інших, розробки щодо забезпечення економічної безпеки підприємств здійснювали В.М. Андрієнко, І.В. Вахович, М.П. Денисенко, Н. М. Любенко [2], Н.Н. Масалітіна [3], Л.І. Скібіцька, В.В. Матвеев, В.І. Шелкунов, С.М. Подреза [4], О. Г. Мельник [5], І.П. Мігус, О.О. Молодід, Е.М. Трененков, С.І. Шкарабан, Б.М. Корецький, О.В. Ярошук [6], О.І. Матюшенко [7], Ю. В. Іванов, Т. Малаєва [8], Ю. С. Шембель [9], О. Міночкіна [10], Г.П. Костіна, М.М. Башмаков, Н.П. Любушин, В.Б. Лещева, В. Дьякова, В.З. Бугай, М.Г. Бурка [11], І. В. Івашковська, Д. О. Янгель [12], Н.Н. Гора [13], К.В. Ізмайлова [14], Л.В. Сорокіна [15], С.П. Стеценко [16], С.А. Теренчук, О.В. Федосова та інші, проблематику функціонування будівельних підприємств та забезпечення їх стійкого розвитку висвітлено в роботах Ю.В. Антропова, О.Ю. Беленкової [16], А.Ф. Гойка, Л.В. Гусарової [17], К.В. Ізмайлової [14], В.В. Козика, В.О. Міхельса, А.В. Моголівця, О.О. Молодід, Н.І. Нікогосяна, Г.М. Рижакіної, С.А. Ушацького, В.Г. Федоренка, О.В. Федосової, Т.Ю. Цифри [18,19] та інших.

Формулювання мети статті

Метою статті є дослідження різних методів та підходів щодо формування системи індикаторів оцінки загрози виникнення фінансової кризи підприємства, а також надання практичних рекомендацій щодо покращення моніторингу загроз економічної безпеки будівельного бізнесу.

Виклад основного матеріалу

Відповідно до визначення [20]: «Monitoring – Моніторинг – Мониторинг – процес регулярного збирання та аналізу кількісних та якісних даних за попередньо визначеними показниками з метою сприяння вчасному виробленню рішень, забезпечення підзвітності та створення основи для навчання у рамках проекту та/чи програми. Здійснення моніторингу дозволяє акумулювати необхідну для оцінювання інформацію». Головним завданням при цьому є визначення переліку індикаторів, який не повинен бути перевантаженим і одночасно має надавати інформацію про різні сфери діяльності підприємства.

Складністю на шляху практичної реалізації антикризового моніторингу є те, що різні наукові школи і окремі вчені дотримуються різних підходів щодо формування переліку таких показників. Існує безліч рекомендацій щодо оцінювання рівня економічної безпеки – від формування інтегрального показника до системи таких показників [21].

Наприклад у статті Н. М. Любенко [2] пропонується наступний перелік чинників економічної безпеки: коефіцієнт загальної ліквідності (покриття); коефіцієнт поточної платоспроможності; коефіцієнт забезпечення власними оборотними коштами; коефіцієнт екстреного покриття прострочених зобов'язань; коефіцієнт швидкого покриття критичних поточних зобов'язань; коефіцієнт екстреного покриття критичних поточних зобов'язань.

У роботі Н.Н. Масалітіної [3] запропонована інша система індикаторів оцінки загрози виникнення фінансової кризи підприємства за кожним об'єктом спостереження:

- для чистого грошового потоку підприємства (сума чистого грошового потоку по підприємству в цілому; сума чистого грошового потоку по операційній діяльності підприємства; коефіцієнт достатності чистого грошового потоку; коефіцієнт ліквідності грошового потоку; коефіцієнт ефективності грошового потоку; коефіцієнт реінвестування чистого грошового потоку);

- для ринкової вартості підприємства (сума чистих активів підприємства за ринковою вартістю; ринкова вартість підприємства; вартість підприємства за коефіцієнтом капіталізації прибутку);

- для структури капіталу підприємства (сума власного капіталу підприємства; сума позикового капіталу підприємства; коефіцієнт автономії; коефіцієнт фінансування; коефіцієнт довгострокової фінансової незалежності);

- для складу фінансових зобов'язань підприємства (сума довгострокових фінансових зобов'язань; сума короткострокових фінансових зобов'язань; сума фінансового кредиту; сума товарного кредиту; сума поточних зобов'язань за розрахунками; коефіцієнт співвідношення довгострокових та короткострокових фінансових зобов'язань; коефіцієнт співвідно-

шення залученого фінансового та товарного кредиту; коефіцієнт невідкладних фінансових зобов'язань в загальній їх сумі; період обертання кредиторської заборгованості);

- для складу активів підприємства (сума необоротних активів; сума оборотних активів; сума поточної дебіторської заборгованості (в т.ч. простроченої); сума грошових активів; коефіцієнт маневреності активів; коефіцієнт забезпеченості високоліквідними активами; коефіцієнт забезпеченості готовими засобами платежу; коефіцієнт абсолютної платоспроможності; коефіцієнт поточної платоспроможності; коефіцієнт співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості; період обертання дебіторської заборгованості; тривалість операційного циклу);

- для складу поточних витрат підприємства (загальна сума поточних витрат; сума постійних поточних витрат; рівень поточних витрат до об'єму реалізації продукції; рівень змінних поточних витрат; коефіцієнт операційного леввериджу);

- для рівня концентрації фінансових операцій в зоні підвищеного ризику (коефіцієнт критичного ризику; коефіцієнт катастрофічного ризику) [3].

Л.І. Скібіцька, В.В. Матвеев, В.І. Щелкунов, С.М. Подреза. [4] пропонують наступні фактори: показники ліквідності активів, структури капіталу, терміновості фінансових зобов'язань, що використовується, а також показники формування чистого грошового потоку з операційної (виробничо-комерційної), інвестиційної і фінансової діяльності.

О. Г. Мельник пропонує наступну систему індикаторів [5]: коефіцієнт фінансової незалежності (автономії); коефіцієнт співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості; коефіцієнт співвідношення позикових і власних коштів; коефіцієнт фінансового леввериджу; коефіцієнт фінансового ризику; коефіцієнт покриття (загальної ліквідності); коефіцієнт простроченої дебіторської заборгованості; коефіцієнт абсолютної ліквідності; коефіцієнт Бівера; коефіцієнт зміни (зростання/зменшення) рентабельності реалізації; та їх порівнянні з нормативними критеріальними значеннями [5].

За відсутності єдиного підходу пропонується у якості наближеного переліку взяти фактори «кризового поля», наведені у роботі І.А. Бланка [1], які у процесі оцінювання ступеня економічної безпеки будівельних підприємств рекомендовано доповнювати або скорочувати, виходячи із специфіки діяльності і складання звітності підприємством.

Основними об'єктами спостереження «кризового поля» за І.А. Бланком [1] є чистий грошовий потік, ринкова вартість підприємства; склад поточних затрат, активів та фінансових зобов'язань підприємства за терміновістю погашення; ринкова вартість та структура капіталу підприємства; рівень концентрації фінансових операцій у зоні підвищеного ризику. Кожен з об'єктів спостереження передбачає розрахунок системи показників (від 2 до 8 показників, загальна їх кількість становить 26 [1]. При цьому показники пропонується поділяти на прямі і непрямі (опосередковані) за ступенем впливу (рис.1).

Е.М. Трененков [6] індикаторами кризи вважає: на початковому етапі кризових явищ - зниження показників граничної результативності використаня сукупного капіталу, а саме: прибутку і рентабель-



Рис.1. Прямі і опосередковані ознаки послаблення антикризового потенціалу підприємства, запропоновані у наукових працях українських вчених (складено автором на основі [1-13])

ності діяльності; наступна фаза – перетворення рентабельного функціонування господарюючого суб’єкта на збиткове; III фаза – дефіцит (відсутність) власних резервів погашення зобов’язань; IV фаза – стан гострої неплатоспроможності суб’єкта фінансово-господарської діяльності.

С.І. Шкарабан, Б.М. Корецький, О.В. Ярошук називають наступний склад показників для акціонерного товариства [6]: «чистий грошовий потік, ринкова вартість акціонерного товариства, структура капіталу акціонерного товариства з позицій оцінювання автономії, склад фінансових зобов’язань акціонерного товариства за терміновістю погашення, склад активів акціонерного товариства з позицій їх ліквідності, склад поточних витрат акціонерного товариства, рівень концентрації фінансових операцій у зонах підвищеного ризику», а одним з найбільш ефективних критеріїв - показник забезпеченості запасів і витрат джерелами їхнього фінансування [6].

Слід також враховувати дослідження багатьох авторів, які вважають, що показники і ризики одного і того самого підприємства є різними у залежності від стадії його життєвого циклу. Так, О.І. Матюшенко зазначає [7], що життєвий цикл підприємства це: «сукупність стадій, що створюють закінчене коло розвитку протягом певного проміжку еволюції підприємства, кожна з яких характеризується певною системою стратегічних цілей та завдань, особливостями формування ресурсного потенціалу та досягнутими результатами функціонування».

Ю. В. Іванов пропонує виміряти життєвий цикл підприємства грошовим потоком [7]: «на стадії виникнення підприємство потребує великих фінансових вкладень, які поступово починають перекриватися надходженнями від реалізації продукції, однак грошовий потік все ще має від’ємне значення. На стадії зростання підприємство має досягти нульового грошового потоку та забезпечити умови для його зростання; на стадії стабільності грошовий потік стабілізується; після проходження кризи стабільності грошові надходження починають зменшуватися, що призводить до занепаду, грошовий потік стає меншим за витрати на поточну діяльність і для подальшого існування підприємства потрібні додаткові гро-

шові вливання, якщо вони відсутні – підприємство помирає» [7].

Т. Малаєва [8] пропонує визначати стадію життєвого циклу на основі даних про виручку підприємства. Для цього упродовж щонайменше, десяти ретроспективних періодів формують дві вибірки: з перших п’яти значень та п’яти наступних. Розрахований за двома вибірками критерій Фішера, що дорівнює відношенню максимальної дисперсії до мінімальної, порівнюють з відповідними цьому поєднанню числа ступенями свободи та прийнятому рівню значущості табличної величини дисперсійного співвідношення. Якщо фактичне значення менше від табличного, то перша вибірка збільшується на одиницю та включає 1-ше – 6-те значення, а друга – 7-ме – 11-те. Про зміну стадій сигналізує переважання розрахованого значення над табличним [8]. Іншими словами, часовий ряд виручки перевіряється на предмет наявності статистично значимого тренду. Ю. С. Шембель [9] використовує для визначення зміни стадії життєвого циклу наступні показники: швидкість та прискорення зміни витрат від діяльності підприємства, відношення фактичного витрат до його максимального рівня та рівня в точці беззбитковості. О. Міночкіна [10] використовує метод контрольних точок для показників рентабельності. Г.П. Костіна, М.М. Башмаков використовують у якості показників співвідношення між доходами і витратами підприємства, Н.П. Любушин, В.Б. Лещева, В. Дьякова приділяють увагу характеру кореляційної залежності між витратом від діяльності підприємства та витратами [10].

В.З. Бугай, М.Г. Бурка [11] пропонують цілу систему кількісних і якісних показників визначення етапів життєвого циклу підприємств (табл.1)

І. В. Івашковська та Д. О. Янгель, крім грошових потоків від операційної, фінансової і інвестиційної діяльності, для визначення стадії життєвого циклу пропонують додатково використовувати систему показників інвестиційного ризику і вартості підприємства. На думку авторів, саме норми співвідношення операційного, інвестиційного та фінансового потоків характеризують ту чи іншу стадію життєвого циклу підприємства, при цьому для кожної стадії життєвого циклу пропонується система критичних

Таблиця 1.

Матриця показників діагностики і динаміки їх рівня по етапах життєвого циклу підприємства [11]

Показник	Етап життєвого циклу				
	Створення	Зростання	Зрілість	Спад	Відродження
Чисельність персоналу	Зростання	Значне зростання	Стабільний рівень, початок скорочення	Скорочення	Стабільно низький рівень
Залучення кредитних ресурсів	Проблеми залучення кредитів	Розширення кола кредиторів	Скорочення кола кредиторів	Проблеми залучення кредитів	Розширення кола кредиторів
Частка ринку	Дуже незначна	Значно зростає	Велика, темпи зростання зменшуються	Падає	Дуже незначна, темпи зростання низькі
Інноваційність, гнучкість, адаптивність	Відсутні	Зростання	Зниження	Суттєве зниження	Зростання
Виручка від реалізації продукції	Темпи зростання низькі	Значне зростання	Зниження темпів зростання	Падіння	Зниження темпів падіння, зростання
Чистий прибуток	Відсутній	Поява і збільшення	Стабільний рівень, темпи зростання зменшуються	Зменшення чи відсутність, можливі збитки	Відсутність чи низькі темпи зростання

Таблиця 2.

Критичні ризики підприємства залежно від стадії його життєвого циклу [7,12]

Народження	Зростання	Стабільність	Занепад
Дефіцит оборотних коштів	Дефіцит ліквідних коштів	Неоптимальна організація бізнес-процесів	Зменшення попиту, скорочення обсягів продажу, доходів
Невисокий рівень професійних навичок та знань	Незадовільне співвідношення позикових та власних коштів	Неефективна організаційна та управлінська структура	Зниження рентабельності діяльності
Відсутність досвіду у власників підприємства	Ускладнений доступ до кредитів	Технічна недосконалість товарів	Втрата ринків збуту
Низький рівень фінансової стійкості	Ризик надмірної диверсифікації		Моральна та фізична зношеність перевищує критичні межі
Високий рівень залежності підприємства від вузького кола клієнтів, постачальників тощо	Ризик ключової фігури		Нестача фінансових ресурсів, складність у залученні фінансових ресурсів

ризиків для підприємства (табл. 2) [12].

Н.Н. Гора зазначає [13], що більшість підприємств для оцінки свого стану застосовують стандартні методики аналізу, які базуються в основному на розрахунку фінансових коефіцієнтів, не вирішуючи при цьому завдання виділення «сильних» та «слабких» сторін всебічного потенціалу підприємства, виявлення прихованих резервів з метою зростання ефективності його діяльності. Він вважає, що стандартний аналіз фінансових коефіцієнтів може виявити суттєві відхилення від норми, але для того, щоб визначити, чи пов'язане погіршення показників з впливом зовнішніх несприятливих факторів, чи є наслідком неефективної діяльності та управління, потрібні додаткові дослідження. Інструментами такого дослідження Н.Н. Гора вважає методи кількісного та якісного оцінювання, прогнозування, планування й прийняття рішень (а саме, методи експертних оцінок, аналіз «розривів», аналіз шансів та ризиків, аналіз портфеля, метод перевірконого списку, метод оцінки по системі балів, концепцію життєвого

циклу продукції). Також він називає основними три підходи до оцінки потенціалу підприємства:

- результатний підхід – відображає рівень ефективності виробничої системи, оцінений кількісними методами за результатами діяльності підприємства;

- діагностичний підхід – відображає рівень ефективності виробничої системи, оцінений як об'єктивними (з перевагою кількісних оцінок) так і суб'єктивних (з перевагою якісних оцінок – опитування думок фахівців, діагностичне тестування, методи нагляду за управлінськими процесами, методи прогнозування тощо);

- системний підхід – заснований на комплексному використанні результатного та діагностичного підходів.

Для оцінки потенціалу підприємства Гора Н.Н. надав перевагу системному підходу, який дозволяє розглянути потенціал підприємства як взаємозв'язану сукупність складових, що роблять свій внесок та впливають на кінцевий результат функціонування підприємства. Системний підхід передбачає аналіз

об'єкту з врахуванням фаз життєвого циклу. На його думку, врахування фаз життєвого циклу підприємства відображає рівень ефективності виробничої системи на наступних стадіях: становлення, розвиток, стабілізація, криза [13].

Висновки

Концептуальні підходи щодо оцінки економічної безпеки підприємства, незважаючи на їх всеохоплюючу спрямованість, беззаперечно вимагають подальших удосконалень з урахуванням економіч-

них особливостей будівництва.

Разом з тим, слід відзначити гостру необхідність здійснення додаткових досліджень спрямованих на розкриття сутності та особливостей формування антикризового потенціалу будівельних підприємств. Зокрема, подальших досліджень потребують питання розробки інструментарію визначення внутрішніх і зовнішніх загроз стабільній роботі будівельного бізнесу, а також оцінювання ступеня стійкості підприємств до їх впливу.

Література

1. Бланк І.А. *Фінансовий менеджмент: Навчальний курс. – 2-е видання, перероб. и доп. К.: Ельга, Ніка-Центр. 2004. 656 с.*
2. Любенко Н. М., Герасименко Є.С. *Удосконалення механізму управління фінансовою стійкістю підприємства. Формування ринкових відносин в Україні. 2014. № 6. С. 128-132.*
3. Масалітіна Н.Н. *Діагностика кризових ситуацій підприємства. Екон. журн. 2006. № 2. С. 76-86.*
4. Скібіцька Л.І., Матвеев В.В., Щелкунов В.І., Подреза С.М. *Антикризовий менеджмент. Навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2014. 584 с.*
5. Кузьмін О.Є., Мельник О.Г., Ноджак Л.С. *Регулювання в системі процесно-структурованого менеджменту. Видавництво Львівської політехніки. 2011, № 720. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://vlp.com.ua/node/8799>*
6. Шкарабан С.І, Корецький Б.М., Ярошук О.В. *Діагностика і прогнозування фінансово-господарського розвитку акціонерного товариства: монографія СІ Шкарабан. Тернопіль: ТАЙП: Рада, 2010.*
7. Матюшенко О.І. *Життєвий цикл підприємства: сутність, моделі, оцінка. Проблеми економіки № 4, 2010. С. 82-91.*
8. Малаєва Т. *Визначення життєвого циклу підприємства. Бізнес-Інформ. 2002 № 3–4. С. 79–82*
9. Шембель Ю. С. *Оценка стадий жизненного цикла предприятий. Экономика: проблемы теории та практики : міжвузівський зб. наукових праць. Дніпропетровськ: Наука і освіта. 2001. Вип. 96. С. 39–44.*
10. Міночкіна О. М. *Методика створення статистичних моделей життєвих циклів підприємства. Проблеми науки. 2005. № 4. С. 23–27*
11. Бугай В. З., Бурка М.Г. *Теоретичні основи формування організаційно-економічного механізму антикризового управління підприємством. Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. 2016. № 4. С. 30-36. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vznu_eco_2016_4_6.*
12. Івашковська І.В., Янгель Д.О. *Життєвий цикл організації і агрегований показник зростання. Корпоративні фінанси. 2007. № 4. С. 97–110.*
13. Гора Н. Н., Бичков В.В. *Системний підхід до оцінки потенціалу промислового підприємства. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2008. №1. С. 187–191.*
14. Ізмайлова К.В., Боліла Н.В. *Моделі прогнозування втрати фінансової стійкості як складова системи економічної безпеки підрядних будівельних підприємств. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2018. Вип. 38. С. 225-232.*
15. Tytok V., Bolila N., Ryzhakov D., Pokolenko V., Fedun I. *CALS–technology as a basis of creating modules for assessment of construction products quality, regulation of organizational, technological and business processes of stakeholders of construction industry under the conditions of cyclical and seasonal variations. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2021. №1. 271-276.*
16. Bielienskova O., Stetsenko S., Sorokina L., Molodid O., Bolila N. *System of preventive action of construction enterprises on the basis of identification of anticrisis potential. Scientific Journal of Astana IT University. 2020. №3. 15-27.*
17. Боліла Н.В., Гусарова Л.В. *Класифікація та систематизація загроз економічній безпеці будівельних підприємств. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, 2019. Вип. 40, економічний. С.344-346.*
18. Боліла Н.В., Цифра Т.Ю., Шевченко Ю. *Ефективне використання оборотних коштів будівельного підприємства як фактор економічної безпеки. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2020. Вип. 44 (економічний). С.174-182.*
19. Васильєва Н.А., Боліла Н.В., Цифра Т.Ю. *Прогнозування рівня санаційної спроможності будівельного підприємства. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2022. №49 (1). С. 157-163.*
20. Озимок І., Горошко А., Нарчинська Т. *Глосарій термінів з моніторингу та оцінювання. Київ: Українська асоціація оцінювання, 2014. 32 с.*
21. Aziz, M., & Dar, H. *Predicting corporate bankruptcy: where we stand? Corporate Governance, 2006, 6, 18-33. doi:10.1108/14720700610649436.*

References

1. Blank I.A. (2004). *Financial management: Training course. - 2nd edition, revision. and additional* K.: Elga, Nika Center. 656p.
2. N. M. Lyubenko, E. S. Gerasimenko (2014). *Improvement of the financial stability management mechanism of the enterprise. Formation of market relations in Ukraine.* No. 6. P. 128-132.
3. Masalitina N.N. (2006). *Diagnosis of enterprise crisis situations.* Econ. journal. No. 2. P. 76-86.
4. Skibitska L.I., Matveev V.V., Shchelkunov V.I., Podreza S.M. (2014). *Anti-crisis management. Tutorial.* K.: Center of Educational Literature., 584 p.
5. Kuzmin O.E., Melnyk O.H., Nojak L.S. (2011). *Regulation in the process-structured management system.* Lviv Polytechnic Publishing House, No. 720. [Electronic resource] / Access mode: <http://vlp.com.ua/node/8799>
6. Shkaraban S.I., Koretskyi B.M., Yaroshuk O.V. (2010). *Diagnostics and forecasting of the financial and economic development of a joint-stock company: monograph* SI Shkaraban. Ternopil: TYPE: Rada.
7. Matyushenko O.I. (2010). *Enterprise life cycle: essence, models, assessment.* Problems of economics No. 4. P. 82-91.
8. Malaeva T. (2002). *Definition of the life cycle of the enterprise.* Business-Inform. No. 3-4. P. 79-82
9. Shembel Yu. S. (2001). *Estimation of stages of the life cycle of enterprises.* Economics: problems of theory and practice: interuniversity coll. scientific works. Dnipropetrovsk: Science and Education. Issue 96. P. 39-44.
10. Minochkina O. M. (2005). *Methodology for creating statistical models of enterprise life cycles.* Problems of science. No. 4. P. 23-27
11. Bugai V.Z., Burka M.G. (2016). *Theoretical foundations of the formation of the organizational and economic mechanism of anti-crisis management of the enterprise.* Bulletin of Zaporizhzhya National University. Economic sciences. No. 4. P. 30-36. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vznu_eco_2016_4_6.
12. Ivashkovska I.V., Yangel D.O. (2007). *Organizational life cycle and aggregated growth rate.* Corporate finance. No. 4. P. 97-110.
13. Hora N.N., Bychkov V.V. (2008). *A systematic approach to assessing the potential of an industrial enterprise.* Radioelectronic and computer systems. No. 1. P. 187-191.
14. Izmailova K.V., Bolila N.V. (2018). *Models for predicting the loss of financial stability as a component of the system of economic security of contracting construction enterprises.* Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations. Issue 38. P. 225-232.
15. Tytok V., Bolila N., Ryzhakov D., Pokolenko V., Fedun I. (2021) *CALS – technology as a basis of creating modules for assessment of construction products quality, regulation of organizational, technological and business processes of stakeholders of construction industry under the conditions of cyclical and seasonal variations.* International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. №1. 271-276.
16. Bielienskova O., Stetsenko S., Sorokina L., Molodid O., Bolila N. (2020). *System of preventive action of construction enterprises on the basis of identification of anticrisis potential.* Scientific Journal of Astana IT University. №3. 15-27.
17. Bolila N.V., Husarova L.V. (2019). *Classification and systematization of threats to the economic security of construction enterprises.* Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations. Iss. 40, economic. P.344-346.
18. Bolila N.V., Tsyfra T.Yu., Shevchenko Yu. (2020). *Effective use of working capital of a construction enterprise as a factor of economic security.* Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations. Issue 44 (economic). P.174-182.
19. Vasilyeva N.A., Bolila N.V., Tsyfra T.Yu. (2022). *Forecasting the level of rehabilitation capacity of the construction enterprise.* Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations. No. 49 (1). P. 157-163.
20. Ozymok I., Horoshko A., Narchynska T. (2014). *Glossary of monitoring and evaluation terms.* Kyiv: Ukrainian Evaluation Association. 32 p.
21. Aziz, M., & Dar, H. (2006). *Predicting corporate bankruptcy: where do we stand?* Corporate Governance, 6, 18-33. doi:10.1108/14720700610649436.

N. Lysytsia, Candidate of Economics, Associate Professor of the Department of Construction Economics, <https://orcid.org/0000-0002-3353-8347>
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

METHODS AND APPROACHES FOR THE DIAGNOSTICS OF THE ECONOMIC SECURITY OF THE ENTERPRISE

Abstract. *The article examines the experience of forming bankruptcy prevention strategies, forming a system of economic security of construction enterprises, and anti-crisis management. Various methods and approaches to the formation of a system of indicators for assessing the threat of a financial crisis of the enterprise have been studied, as well as providing practical recommendations for improving the monitoring of threats to the economic security of the construction business. In the absence of a unified approach, it is proposed to take the factors of the "crisis field" as an approximate list, which in the process of assessing the degree of economic security of construction enterprises are recommended to be supplemented or reduced, based on the specifics of the enterprise's activities and reporting. Indicators of diagnostics of economic security of the enterprise are proposed to be divided into direct and indirect (mediated) according to the degree of influence. The research of many authors who believe that the indicators and risks of one and the same enterprise are different depending on the stage of its life cycle is analyzed. Some authors suggest measuring the life cycle of an enterprise by cash flow, others suggest determining the stage of the life cycle based on data on the enterprise's revenue. The matrix of diagnostic indicators and the dynamics of their level by stages of the life cycle of the enterprise is considered. The critical risks of the enterprise are analyzed depending on the stage of its life cycle. Some authors suggest measuring the life cycle of an enterprise by cash flow, others suggest determining the stage of the life cycle based on data on the enterprise's revenue. The matrix of diagnostic indicators and the dynamics of their level by stages of the life cycle of the enterprise is considered. The critical risks of the enterprise are analyzed depending on the stage of its life cycle. The main approaches to assessing the company's potential have been studied. Theoretical and methodological approaches to assessing the anti-crisis potential of the enterprise and ensuring the economic security of the enterprise were considered, factors affecting the economic security of construction enterprises of Ukraine were investigated, and possible methods of its assessment and forecasting were analyzed. Complexes of primary financial indicators prioritized for the implementation of anti-crisis diagnostics are substantiated, on the basis of which the conditions of effectiveness of anti-crisis management are determined. Indicators have been identified that objectively reflect the anti-crisis potential of the construction enterprise and comprehensively characterize its financial, production and investment activities.*

Key words: *economic security of the enterprise, economic diagnostics, risk management, anti-crisis management, anti-crisis potential, life cycle of the enterprise, risks, threats, strategy, bankruptcy.*

УДК 334

¹ М.Л. Черняк, здобувач кафедри економічної кібернетики;² С.Ю. Пахомов, доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки, ORCID: 0000-0001-9548-1959.¹ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ² Національна академія управління, Київ

РОЗВИТОК КОНЦЕПЦІЙ ЩОДО ПРИРОДИ ТА ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙ

Анотація. Стаття зосереджена на аналізі еволюції економічної думки та концепцій інновацій на різних історичних етапах. Початково інновації асоціювалися з гуманітарною сферою, але потім сприймалися як технологічне явище, що підпорядковується загальним економічним законам. Відмічено, що економічні дослідження інновацій зосереджені на аналізі макросистем, де теорія перетинається з емпірикою. В даній роботі досліджується, як змінювалося уявлення про роль інновацій у господарському розвитку, від теорії меркантилізму до сучасних підходів до інноваційного процесу. Розглядаються основні підходи до інновацій, їх вплив на політику виробництва та ринкові відносини в контексті культурно-історичного розвитку суспільства. В статті охоплюється широкий спектр історичних періодів, від античності до сучасності, акцентуючи на важливості інновацій як ключового фактора економічної динаміки та їх ролі у формуванні стабільного екологічно безпечного майбутнього. Висвітлюється внесок видатних вчених до розвитку теорій інновацій, вказується на важливість нововведень у вирішенні сучасних економічних криз. Стаття також зосереджується на тому, як змінювалося сприйняття інновацій в економічній теорії та практиці. Визначено, що інноваційний процес на основі науково-технічного прогресу складається з кількох етапів, таких як наукові дослідження, розробка технологій, їх промислове впровадження, створення нових продуктів і їх комерціалізація. Ці етапи взаємопов'язані і мають вирішальне значення для успіху інноваційного процесу. Цивілізаційний прогрес потребує розвитку та інновацій, але викликає екологічні проблеми. Нова інноваційна політика спонукає до ресурсозбереження, підвищення продуктивності та конкурентоспроможності продукції, переорієнтації економіки на переробні галузі, і впровадження екологічно чистих технологій. Рішення полягає у збалансованому підході, що поєднує науково-технічний розвиток з екологічною стійкістю через ефективне використання ресурсів та екоінновації.

Ключові слова: інновації; економічна думка; теорії інновацій; меркантилізм; класична теорія; неокласична школа; екологічна безпека; конкурентоспроможність.

Вступ - постановка проблеми

Матеріал акцентує на критичній необхідності прийняття системного підходу до інновацій, враховуючи їхнє ключове значення для стимулювання економічного зростання, створення робочих місць, залучення інвестицій та зміцнення позицій країни на глобальному ринку. В центрі уваги - необхідність розробки інноваційних технологій, що водночас відповідають екологічним стандартам і забезпечують соціальну безпеку. Особливу увагу приділено викликам, що виникають перед сучасним науково-технічним прогресом, з акцентом на пошук шляхів вирішення екологічних проблем. Визначено, що прогрес у цій сфері вимагає глибокого осмислення та розробки ефективних стратегій, які б гармонізували інноваційний розвиток з екологічною стабільністю.

Аналіз досліджень та публікацій

У статті було здійснено аналіз різноманітних досліджень та публікацій, що висвітлюють розвиток економічних теорій інновацій протягом історії. Особливу увагу приділено внеску класичних політичних економістів, таких як Адам Сміт та Карл Маркс, у розумінні значення технологічної динаміки та інновацій для суспільного розвитку. Важливу роль у цьому контексті відіграють роботи М.І. Туган-Барановського, які досліджують вплив технічного прогресу та наукових відкриттів на виробництво та

споживання. Теорії Йозефа Шумпетера, що вважають інновації двигуном економічного розвитку та концепцію "творчого руйнування", також займають центральне місце у дослідженні. Розглянуті сучасні внески вчених, таких як Менш, Твісс, Барнетт, Роджерс, у розуміння процесів упровадження інновацій та їх впливу на економіку. Особлива увага приділяється дослідженням Г. Менша про циклічність економіки, базисні інновації та економічний розвиток. Роботи Р. Фостера, що вивчають логіку нововведень і можливість їх передбачення, та А. Кляйнкнехта, який аналізує утворення кластерів інновацій, також вносять значний вклад у загальне розуміння теми.

Мета статті полягає в дослідженні історії розвитку економічної думки щодо інновацій, аналізі еволюції концепцій і підходів до інноваційного процесу через різні історичні епохи та визначенні їх впливу на господарський розвиток, виробництво та ринкові відносини.

Аналітична частина

Протягом останнього чверть століття проблематика інновацій безперечно визначала світову економічну думку. Існують об'єктивні причини цього: інновації стали ключовим фактором сучасної економіки, сприяючи покращенню якості життя та стабільному, екологічно безпечному майбутньому. Тривалу



Рис. 1. Змістове наповнення нововведень

популярність серед науковців отримала трьохетапна ретроспектива теорії інновацій, яка базується на онтологічних критеріях та зосереджується на взаємозв'язку між видами економічної діяльності, темпами генерації і впровадження нових ідей, та технологічними змінами. В еволюції економічної теорії інновацій виділяються наступні етапи:

- економічні вчення про інновації доринкової економіки;
- економічні вчення й економічна теорія інновацій нерегульованих ринкових відносин;
- економічні вчення інновацій періоду комунікативної, соціально орієнтованої економіки [1].

В кінці 19-го століття для опису інновацій використовували терміни як "нововведення" та "технічний прогрес", а самі зміни сприймалися через призму божественного втручання чи людського вдосконалення. Античність вбачала у світі вічність і незмінність, але водночас і мінливість, де людина могла ініціювати зміни. Традиційно, втім, розуміння і досвід минулого мали перевагу над новаторством. [2]. Деякі поняття, сформовані античними авторами, знаходять відображення у теологічних ученнях середньовіччя. Наприклад, Августин розвивав ідею божественного коріння та змінював уявлення про творчу роль людини у структурі світу. Його думки, засновані на вірі, що Бог створив світ і людину за своїм образом і подобою, підтримували ідею про свободу волі. У період Відродження відбувалося звільнення від усіх обмежень, де мистецтво в широкому розумінні вважалося вищою формою творчості та новаторської діяльності.[3] Внутрішня природа людини спонукає її до творчого пошуку як у зовнішньому світі, так і в особистій сфері. Позитивне ставлення суспільства до творчості в усіх її формах є важливим. Початки розуміння економічної творчості можна відслідкувати у представників Реформації, які вважали успіх у справах, підприємницьку активність, інноваційність та ризик за Божий дар.

В свою чергу, меркантилісти ввели проблематику нововведень у економічну науку, де інновації розглядалися як засіб задоволення потреб через присвоєння ресурсів природи. Інноваційні тенденції меркантилізму відображали першу теоретичну концепцію інновацій, вибираючи нові відносини, що пізніше стали відомі як ринкові.

Поява індустріалізму сприяла розвитку теорій інновацій в межах класичної політичної економії. Відомо що Адам Сміт і Карл Маркс, як представники класичної економічної школи, внесли значний вне-

сок у розвиток економічної думки, підкреслюючи роль технологічної динаміки та інновацій у розвитку суспільства. Відомо що саме М.І. Туган-Барановський зазначив, що технічний прогрес і наукові відкриття стимулюють виробництво, яке, у свою чергу, керує споживанням. Класична економічна школа доклала великих зусиль у вивченні ролі інновацій у господарському розвитку та закономірностей економічного циклу. У неокласичній економічній школі, що переважала у XIX столітті, нововведення розглядалися як загроза рівновазі через принципи ефективності, а їх вивчали лише в контексті вищих рівнів організації (рис. 1) [4].

Початково інновації асоціювалися з гуманітарною сферою, але потім сприймалися як технологічне явище, що підпорядковується загальним економічним законам. Нововведення визначалися через їх спосіб існування, а їх конкретні аспекти описувалися через різноманітні форми прояву та наслідки. Відповідно до цього формується предметний простір подальших досліджень.

Економічні дослідження інновацій зосереджені на аналізі макросистем, де теорія перетинається з емпірикою. Неокласики вважають детальний аналіз на мікрорівні неефективним, розглядаючи інновації як двигун економічного зростання через нові продукти та технології. Деякі дослідники підтримують хвильову концепцію економічного розвитку, вбачаючи появу винаходів і нововведень у вигляді хвиль з певною конфігурацією і частотою. Сучасні економічні методи дали можливість виділити 1380 видів циклів, які стосуються економіки. Проте лише три з них мають практичне і теоретичне значення. Це цикли товарно-матеріальних запасів Дж. Кітчана (з періодом до 3 років), цикли інвестицій в обладнання та устаткування К. Жугляра (період 7-11 років) і будівельні цикли С. Кузнеця (період 18-22 роки). Тривалий успіх фірм залежить від інновацій, які підвищують продуктивність та конкурентоспроможність на міжнародних ринках. Нові технології допомагають подолати кризові явища, хоча ринкова економіка стикається з викликами перенасичення ринку. Більшість економістів-аналітиків прийшли до висновку, що вихід із кризи буде пов'язаний з виникненням нової хвилі нововведень, яка дасть тривалий стимул наступному періоду зростання, що нині виявляється в:

- бурхливому розвитку науки, що започатковує нові технології;

- зникненні або радикальній перебудові традиційних галузей господарства;
- перетворенні сільського господарства на науко- і капіталомістку галузь;
- розвитку сфери послуг;
- індустріалізації країн, що розвиваються;
- змінах навколишнього середовища і необхідності його захисту;
- виникненні нових концепцій організаційного розвитку.

На початку ХХ століття розпочався новий етап у розвитку теорії інновацій, коли поняття "інновація" почало асоціюватися не лише з копіюванням культурних елементів, а й з нововведеннями у виробництві.

Важливий внесок у цей період зробили П.Л. де Бугільбер та інші мислителі, чії ідеї про взаємозв'язок між ринковою рівновагою та суспільним виробництвом вплинули на подальше формування економічної думки про інновації. Йозеф Шумпетер відіграв вирішальну роль у розвитку еволюційної теорії інновацій. Його термін "інновація" став ключовим у економічній теорії та практиці. Книги Шумпетера, зокрема "Теорії економічного розвитку", "Капіталізм, соціалізм і демократія" та "Історія економічного аналізу", отримали світову популярність. Він використовував поняття "нововведення" та "інновація" синонімічно, розглядаючи їх як нові функції виробництва. Шумпетер також надавав практичні рекомендації щодо інноваційної поведінки підприємствам і розкривав системну природу інновацій та їх динамічний характер. Інновації, за вченням Шумпетера, є результатом діяльності підприємства і останнім етапом науково-виробничого циклу. Вони спричиняють зміну продуктово-технологічних параметрів і стають каталізатором похідних нововведень. Також інновації є циклічним процесом, який періодично спричиняє "творче руйнування" економічної дійсності. Послідовне продовження суджень на цю тему логічно виводить на необхідність системного погляду на інновації і прокладає «місток» між інноваційною діяльністю мікро- і макrorівнів [5]. Шумпетер визначив п'ять видів інновацій: нові товари, нові методи виробництва, нові ринки, нові джерела сировини, та зміни в галузевій структурі. Він підкреслює роль підприємця як ключового агента інновацій та зазначив, що інновації стимулюють економічний розвиток.

Після 1945 року, зокрема в США, теорія інновацій просунулася завдяки дослідженням, особливо з введенням напівпровідникової технології, що трансформувала суспільство. Починаючи з 60-х років широкі дослідження з вивчення нововведень проводились у ФРН, зокрема, професором Г. Меншем. Він став найпопулярнішим продовжувачем теорій Й. Шумпетера і розвинув його концепцію на сучасному рівні наукових знань. Г. Менш намагався пов'язати темп економічного зростання і циклічність з появою базисних нововведень. На його думку, в моменти, коли базисні нововведення вичерпують свій потенціал, виникає ситуація застою в економічному розвитку [6]. Базові нововведення стимулюють з'яву нових підприємств і їх швидке зростання, поки виробництво не перевищить попит. Г. Менш вважає, що циклічність економіки зумовлена циклічністю інновацій,

яка призводить до зниження прибутковості та інвестицій, коли насичується ринок. Грошово-кредитна сфера раніше або пізніше стає менш прибутковою, ніж промисловість, що свідчить про готовність фінансової сфери інвестувати в реальний сектор. Головний висновок Г. Менша полягає в тому, що технічний прогрес розвивається постійно, а гіпотеза дискретності пояснює суперечності між періодами насичення та недостатності нововведень. Потіки базових нововведень визначають зміни в економіці, відображаючи періоди зростання та стагнації. Менш також вивчав співвідношення між базовими і вдосконаленими інноваціями, які постійно конкурують одна з одною, розкриваючи можливості базової технології та покращуючи якість і доступність товарів.

Американський економіст Р. Фостер розділяє концепцію Г. Менша і стверджує, що нововведення мають свою логіку і можуть бути передбачені, що дозволяє оцінювати майбутні зміни. За його словами, компанії повинні ретельно накопичувати наукові знання через дослідження. Німецький економіст А. Кляйнкнехт додає до тези про утворення кластерів інновацій на етапі депресії, стверджуючи, що кластери інновацій-продуктів з'являються на цій фазі, а інноваційні процеси - на етапі зростання "довгих хвиль". [7]. Незважаючи на широкі дослідження проблем інноваційного розвитку, всеохоплююча теорія поки що не сформульована. Одна з основних причин полягає у прагматичних настановах дослідників, які вважають за істинне лише конкретні емпіричні дослідження, відкидаючи цінність філософських узагальнень. Також існує соціально-психологічна концепція теорії нововведень, яка акцентує увагу на ролі особистості, мотивації та соціально-психологічних чинників у процесі інноваційної діяльності. Представниками цієї концепції є Х. Барнет, Е. Вітте, Е. Денісон. Головним питанням для цих теорій є можливість збільшення темпів інновацій. Об'єктом дослідження вони вважають перешкоди, що виникають у процесі впровадження нововведень, та пропонують організувати спільну роботу адміністрації та фахівців для подолання цих перешкод. Інновації є ключовим фактором економічного розвитку, оскільки вони сприяють покращенню виробництва та створюють кращі продукти і технології.

Необхідно особливо відзначити наростання уваги до питання інновацій у теоріях інтелектуальної технології Р. Хайека й М. Фрідмена [8]. Р. Хайек виділяється як відомий економіст ХХ століття та критик сцієнтизму. Він підкреслює обмеженість людського знання, особливість соціальної реальності, де діють індивіди, відмінні від фізичного світу, і підтримує методологічний індивідуалізм.

Активну діяльність в області розробки сукупності практичних рекомендацій, що пропонують інші, ніж кейнсіанські, методи регулювання, вела школа монетаризму. Монетаризм асоціюється, насамперед, з ім'ям нобелівського лауреата М. Фрідмена. Великий внесок у розвиток цієї концепції внесли також А. Шварц, К. Бруннер, А. Мелцер. Монетаризм підкреслює ключову роль грошей у економіці, ставлячи перед собою мету підтримки стабільності цін. Економічна теорія служить цілям прогнозування, а грошовий обіг повинен бути стабільним, щоб досягти цієї мети.

Поняття "інновація" розвивалося до опису якісних змін у виробництві, продуктах, послугах та технологіях, що підвищують зростання та конкурентоспроможність економіки. Найважливішим у побудові інноваційної економіки й забезпеченні конкурентоспроможності країни є використання власних наукових знань та інновацій, що сприяє розвитку національної інноваційної системи. Для компенсації негативного впливу імпортованих технологій на економічну динаміку, питома ефективність використання вітчизняних технологій повинна перевищувати відповідні імпортовані на 2-4 рази. [9]. Вхідні індикатори інноваційної діяльності включають:

1) Фактори здійснення інновацій, які оцінюють структурні передумови для розвитку інноваційного потенціалу.

2) Створення знань, що вимірює рівень інвестицій у НДДКР, ключові для успішної економіки на основі знань.

3) Інновації в підприємництво, які оцінюють рівень інноваційного розвитку на рівні фірми, тобто інноваційну діяльність на мікроекономічному рівні.

В свою чергу вихідні індикатори інноваційної діяльності оцінюють структуру зайнятості, виробництва й реалізації з інноваційної точки зору і роль інновацій у створенні доданої вартості, а інтелектуальна власність оцінює досягнуті результати з погляду активності патентування [10].

Важливо зазначити, що цивілізаційний прогрес вимагає розширення господарської діяльності, але часто він супроводжується шкодою природі, що ставить людство перед дилемою між технологічним розвитком та екологічною стабільністю. Сьогодні пропонуються різні шляхи вирішення так званої «екологічної кризи», що виникла від науково-технічного прогресу. Це розвиток ідей про зміну вектора розвитку людства, що полягає у відмові від техногенної цивілізації і переході або на біологічні (біоцивіліза-

ція), або на інформаційні рейки і різні варіанти переорієнтації технології та виробництва, що пов'язані з настроями екологічного песимізму й алармизму (від англ. alarm – тривога), з відродженням реакційно-романтичних концепцій русоїстського змісту, з погляду яких першопричиною екологічної кризи є сам по собі науково-технічний прогрес. Однак явною вадою цього підходу є те, що він пропонує неприйнятне, особливо в наш час, вирішення екологічних проблем – шляхом обмеження, а можливо і призупинення технічного прогресу. Більш перспективними є проекти радикальної перебудови технології, рятування її від прорахунків, що призводять до забруднення навколишнього середовища створення нових технічних засобів і технологічних процесів (транспорту, енергетики й ін.), прийнятих, з екологічної точки зору.

Нова інноваційна політика спонукає до ресурсозбереження, підвищення продуктивності та конкурентоспроможності продукції, переорієнтації економіки на переробні галузі, і впровадження екологічно чистих технологій, які включають соціальні гарантії та перепідготовку працівників у рамках технічного прогресу.

Висновки

Інноваційний процес, що включає науково-технічний прогрес, складається з кількох етапів, таких як наукові дослідження, розробка технологій, їх промислове впровадження, створення нових продуктів і їх комерціалізація. Ці етапи взаємопов'язані і мають вирішальне значення для успіху інноваційного процесу. Цивілізаційний прогрес потребує розвитку та інновацій, але викликає екологічні виклики. Рішення полягає у збалансованому підході, що поєднує науково-технічний розвиток з екологічною стійкістю через ефективне використання ресурсів та еко-інновації.

Література

1. Tidd J. *Managing innovation* / J. Tidd, J. Bessant, K. Pavitt. – John Wiley & Sons, LTD, Chichester, 2001. – 117 p.
2. Михайловська О. В. Вплив глобалізації інформаційного простору на розвиток міжнародних інноваційно-інвестиційних процесів: монографія / О. В. Михайловська. – К.: Дакор, 2009. – 424 с.
3. Антонюк Л. Л., Поручник А. М., Савчук В. С. *Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації: Монографія*. – К.: КНЕУ, 2003. – 394 с.
4. Бажал Ю.М. *Інноваційна теорія економічного розвитку і проблеми перехідної економіки України* / Ю.М. Бажал // *Наукові записки НАУКМА*. – 2000. – Т.18: *Економічні науки*. – С. 3-7.
5. "History of Economic Analysis" By Joseph A. Schumpeter March 26, 1987 P.413- 428
6. Норт Д. *Інституції, інституційна зміна та функціонування економіки* / Д. Норт; пер. з англ. – К.: Основи, 2000. – 180 с.
7. Мешко Н. П. *Інноваційний розвиток країн світової економіки в умовах глобалізації: монографія* / Н. П. Мешко; Дніпропетровський національний ун-т ім. Олеся Гончара. – Донецьк : Юго-Восток, 2008. – 344 с.
8. Shapiro C. *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy* / C. Shapiro, H. Varian. – Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1999. – 352 p.
9. Новицький В. Є. *Економічні ресурси цивілізаційного розвитку* / В. Є. Новицький. – К.: НАУ, 2004. – 268 с.
10. Cantwell J. *Technological globalization and innovative centers: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy* / J. Cantwell, O. Jane. - Vienna.: TEIS, 1996. – 186 p.

References

1. Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt K. (2001). *Managing innovation*. John Wiley & Sons, LTD, Chichester.
2. Mikhailovska, O.V. (2009). *The Impact of Information Space Globalization on the Development of International Innovation and Investment Processes: Monograph*.
3. Antonyuk, L.L., Poruchnyk, A.M., & Savchuk, V. S. (2003). *Innovations: Theory, Mechanism of Development and Commercialization: Monograph*.
4. Bazhal, Yu.M. (2000). *Innovation Theory of Economic Development & Schumpeter and the Problems of Ukraine's*

Transitional Economy. Scientific Notes of NaUKMA, 18, 3-7.

5. Schumpeter, J. (1987). *History of Economic Analysis*. 413- 428

6. North, D. (2000). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. *Osnovy*.

7. Meshko, N. P. (2008). *Innovative Development of Countries in the World Economy in the Context of Globalization: monograph*. Yugo-Vostok.

8. Shapiro, C., & Varian, H. (1999). *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Harvard Business School Press.

9. Novytskyi, V. Ye. (2004). *Economic Resources of Civilizational Development*. NAU.

10. Cantwell, J., & Jane, O. (1996). *Technological globalization and innovative centers: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy*. TEIS.

¹ **M.L. Cherniak**, candidate of the Department of Economic Cybernetics;

² **S.Yu. Pakhomov**, doctor of Economic Sciences, professor of the Department of Economics, ORCID: 0000-0001-9548-19.

¹ National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

² National Academy of Management, Kyiv

DEVELOPMENT OF CONCEPTS REGARDING NATURE AND THE IMPACT OF INNOVATIONS

Abstract. *The article focuses on analyzing the evolution of economic thought and concepts of innovation throughout different historical periods. Initially, innovations were associated with the humanitarian sphere but later were viewed as a technological phenomenon subject to general economic laws. The study explores how the perception of the role of innovations in economic development has changed, from mercantilism theories to contemporary approaches to the innovation process. It examines the main approaches to innovation, their impact on production policy and market relations within the cultural-historical development of society. The article covers a wide range of historical periods, from antiquity to the present, highlighting the importance of innovation as a key factor in economic dynamics and their role in creating a stable, ecologically safe future. It sheds light on the contributions of distinguished scholars to the development of innovation theories and points out the importance of novelties in solving contemporary economic crises. The article also focuses on how the perception of innovation in economic theory and practice has changed. It defines the innovation process, based on scientific and technological progress, as consisting of several stages such as scientific research, technology development, industrial implementation, creation of new products, and their commercialization. These stages are interconnected and crucial for the success of the innovation process. Civilizational progress requires development and innovation but also poses ecological problems. A new innovation policy encourages resource conservation, increased productivity, and competitiveness of production, reorientation of the economy towards processing industries, and the introduction of environmentally friendly technologies. The solution lies in a balanced approach that combines scientific and technological development with ecological sustainability through efficient resource use and eco-innovations.*

Key words: *innovations; economic thought; theories of innovation; mercantilism; classical theory; neoclassical school; ecological safety; competitiveness.*

¹ **П.В. Захарченко**, к.т.н., професор, завідувач кафедри товарознавства та комерційної діяльності в будівництві, ORCID: 0000-0001-9172-0940;

² **В.Л. Скрипник**, аспірант, ORCID: 0000-0003-3140-8749.

^{1,2} Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ПІДВИЩЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГІПСОВИХ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ НАЛИВНИХ ПІДЛОГ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ БАЗАЛЬТОВОЇ ФІБРИ

Анотація. Стаття присвячена підвищенню споживних властивостей гіпсових наливних підлог за допомогою додавання до їх складу базальтової фібри. Розглянуто показники якості наливних підлог відповідно до діючих нормативних документів (ДСТУ Б В.2.7-126:2011 та ДСТУ EN 13813), а саме розтічність, термін придатності, міцність зчеплення із основою, границю міцності на стиск, границю міцності на розтяг при вигині, усадку, морозостійкість. Визначено властивості та переваги трьох зразків гіпсових наливних підлог, представлених на ринку України («Будмайстер Д-319», «Полімін ГП-5», «Baumit Nivello Quattro»). Проведено порівняльний аналіз фізико-механічних властивостей вказаних сумішей за показниками міцності на стиск та на розтяг при вигині, розтічності, часу тужавіння та стираності із використанням приладу Віка, віскозиметра Суттарда, преса та пристрою для визначення стираності сухим абразивом на колі стирання. Для підвищення споживних властивостей гіпсових наливних підлог запропоновано введення до їх складу базальтової фібри у якості армуючої складової у обсязі 0,5% та 1% від масі суміші та проведено відповідні лабораторні випробування. За підсумками експериментів було визначено, що додавання базальтового волокна дозволяє дещо підвищити показники міцності на стиск гіпсових наливних підлог та істотно підвищити показник їх міцності на розтяг при вигині; при цьому чим більше базальтової фібри додається до складу суміші, тим вищими є показники міцності. Встановлено, що модифікація сумішей базальтовим волокном значно покращує їхню стійкість до стирання при додаванні не менше 1% базальтової фібри. Зроблено висновок, що додавання базальтового волокна є ефективним способом покращення міцності гіпсових наливних підлог, особливо за умови вибору оптимальної концентрації волокна для кожного типу суміші. При цьому доцільним є проведення подальших досліджень щодо впливу запропонованих модифікацій на довговічність гіпсових наливних підлог, їх економічні показники, теплопровідність тощо.

Ключові слова: сухі будівельні суміші, гіпсові наливні підлоги, споживні властивості, модифікація складу, армуюча складова, базальтова фібра, лабораторні випробування, розтічність, час тужавіння міцність на стиск, міцність на розтяг при вигині, стираність.

Вступ

У сучасному будівництві для утворення рівних поверхонь перед покриттям підлоги широко використовуються самовирівнюючі суміші. Ці суміші можуть являти собою як фінішне покриття (полімерні наливні підлоги), так і проміжний прошарок між стяжкою та фінішним покриттям підлоги (гіпсові, цементні, цементно-гіпсові).

Асортимент вказаних сумішей на вітчизняному ринку є вкрай обмеженим, і в першу чергу для гіпсових сумішей, що зазвичай мають нижчу міцність на стиск, аніж цементні та цементно-гіпсові, але водночас мають і ряд цінних якостей.

Так виробництво гіпсових в'язучих нетоксичне, характеризується низькою питомою витратою палива і енергії (приблизно в 4-5 разів менше в порівнянні з виробництвом цементу). Гіпсові матеріали володіють хорошими тепло- і звукоізоляційними властивостями, вогне- та пожегобезпечністю, високою адгезією та низькою усадкою. Крім того, використання гіпсових матеріалів для внутрішньої обробки забезпечує сприятливий клімат всередині приміщень за рахунок здатності матеріалу «дихати», легко поглинати і віддавати вологу. Останні дослідження по розробці водостійких гіпсових в'язучих розширили області їх можливого застосування. Наразі роз-

роблено в'язучі нового покоління на основі гіпсових в'язучих, що характеризуються зниженою водопоглиною і високими експлуатаційними властивостями.

Одним з можливих шляхів підвищення споживних властивостей гіпсових наливних підлог може бути їх армування, зокрема додавання в суху суміш базальтової фібри (відрізків базальтового волокна).

Базальтове волокно є екологічно чистим матеріалом, який має високу міцність та стійкість до впливу різних факторів. Воно використовується як армуючий матеріал у багатьох галузях, включаючи будівництво. Додавання базальтового волокна до самовирівнюючих сумішей для підлог може поліпшити їх міцність на вигин та стиск, зносостійкість та інші характеристики, що зробить їх більш ефективними у використанні.

Отже, метою даного дослідження є дослідження впливу базальтової фібри на споживні властивості гіпсових наливних підлог.

Аналіз літератури

Властивості наливних підлог наразі охарактеризовано у багатьох джерелах. Зокрема джерела [2], [3], [5], [7] висвітлюють склад, класифікацію, сферу застосування наливних підлог. В свою чергу у працях [1], [4], [6], [9] проведені більш детальні дослідження

цементних, цементно-гіпсових, магнезіальних наливних підлог з метою оптимізації їх споживних властивостей, але споживні властивості гіпсових наливних підлог та перспективи їх підвищення у вказаних працях не досліджувались. Дослідження із додавання базальтового волокна вже проводились для цементних наливних підлог [8], але для гіпсових дана добавка наразі не застосовувалась.

Враховуючи відсутність системних досліджень щодо можливості і доцільності підвищення споживних властивостей гіпсових наливних підлог з використанням базальтової фібри, обрана тема дослідження є актуальною.

Виклад основного матеріалу

У даній роботі нами було визначено вплив базальтової фібри на споживні властивості трьох самовирівнюючих гіпсових сумішей для улаштування прошарків підлог (під фінішне покриття), представлених на ринку України: «Будмайстер Д-319», «Полімін ТП-5», «Baumit Nivello Quattro».

Дані будівельні суміші виробляються за такими нормативними документами:

- «Будмайстер Д-319» - Г.2.ПР2 ДСТУ Б В.2.7-126:2011;
- «Полімін ТП-5» - ДСТУ EN 13813;
- «Baumit Nivello Quattro» ДСТУ Б В.2.7-126:2011.

Суміші даної групи (ПР1-ПР3 за ДСТУ Б В.2.7-126:2011 «Суміші будівельні сухі модифіковані: загальні технічні умови») мають таке призначення:

- ПР1: в цивільному будівництві під усі види покриттів (крім епоксидних, поліуретанових, паркетних) - всередині будівель;

- ПР2: в цивільному будівництві під усі види покриттів, у тому числі для підлог з підігрівом - всередині будівель;

- ПР3: в промисловому будівництві під усі види покриттів - всередині будівель і зовні.

Складаються суміші даних груп із традиційних в'язучих (цементу, гіпсу), наповнювачів та добавок, які в комплексі мають забезпечити необхідні фізико-механічні властивості, які наведені у Таблиці 3 вказаного ДСТУ, а саме:

Що стосується вимог ДСТУ EN 13813, то там перелік показників відрізняється залежно від складу суміші, але у будь-якому випадку містить міцність на стиск та міцність на вигин.

Як видно із наведеної інформації, найбільш ефективними для застосування у будівництві є суміші групи ПР 3.

Виробники декларують відповідність вказаних сумішей переліченим нормативним документам, однак на сайтах виробників протоколи випробувань відсутні.

Таблиця 3

Назва показника	Значення показника для групи		
	ПР1	ПР2	ПР3
Суміші			
Круїність заповнювача, мм, не більше	0,63		
Розчинові суміші			
Розтічність, см, не менше	20		
Термін придатності, хв, не менше	20		
Розчини			
Міцність зчеплення з бетоном основою після витримання в повітряно-сухих умовах, МПа, не менше	0,5	1,0	1,0
Границя міцності на стиск, МПа, не менше: - через три доби;	5	7	10
- через 28 діб	15	20	30
Границя міцності на розтяг при вигині через 28 діб, МПа, не менше	3,0	4,0	5,0
Усадка, мм/м, не більше	2,0		
Морозостійкість, циклів, не менше	-	-	50

Відповідно вимог вказаних документів, порівняння даних сумішей було здійснено за такими показниками:

- Розтічність суміші, мм;
- Час тужавіння (для гіпсових сумішей це по суті термін придатності, оскільки після початку тужавіння працювати із ними вже не можна);
- Міцність на вигин через 3 доби, МПа;
- Міцність на стиск через 3 доби, МПа;
- Міцність на вигин через 28 днів, МПа;
- Міцність на стиск через 28 днів, МПа.

Додатково для випадку використання гіпсових наливних підлог без укладання фінішного покриття впродовж певного часу нами були визначені:

- стиранність через 10 днів, Грам;
- стиранність через 28 днів, Грам.

Перш за все нами було проведено дослідження фізико-механічних показників контрольних зразків без додавання додаткових компонентів. Для цього нами був застосований експериментальний метод із використанням таких приборів:

Визначення часу тужавіння - прилад Віка;

Визначення густини гіпсового тіста - віскозиметр Сутгарда;

Визначення міцності на стиск і розтяг – прес ЗИП ИП-100;

Визначення стиранності – пристрій для визначення стиранності.

Результати даного дослідження наведені у табл. 1.

Результати порівняння трьох сумішей за їх характеристиками наведено нижче:

1. Розтікання суміші: «Будмайстер Д-319» та «Baumit Nivello Quattro» мають більший розлив, ніж «Полімін ТП-5» (180 мм проти 178 мм).

2. Час тужавіння: «Baumit Nivello Quattro» та «Полімін ТП-5» тужавіють швидше, ніж «Будмайстер Д-319» (1 година та 1 година 10 хвилин проти 4 години 30 хвилин).

3. Міцність на вигин: «Будмайстер Д-319» має

більшу міцність на вигин, ніж «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro» після 3 днів (1,82 МПа проти 1,3 МПа та 1,32 МПа) та на 28 добу (3,65 МПа проти 2,64 МПа та 1,29 МПа).

4. Міцність на стиск: Суміш «Будмайстер Д-319» має більшу міцність на стиск, ніж «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro» після 3 днів (51,9 МПа проти 23,43 МПа та 20,10 МПа) та 28 добу (79,4 МПа проти 46,5 МПа та 23,23 МПа).

Отже, якщо потрібна більша міцність на вигин та стиск, то краще використовувати суміш «Будмайстер Д-319». Однак, якщо потрібно швидке тужавіння та менша витрата часу на укладання, то краще використовувати суміші «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro».

Оцінка значень вказаних показників дозволяє зробити висновок, що за споживними властивостями гіпсових наливних підлоги дещо поступаються цементним.

З метою усунення даної проблеми нами були проведені дослідження із підвищення споживних властивостей гіпсових сухих сумішей для наливних підлог за рахунок додавання базальтової фібри.

В експериментах нами було використано базальтове волокно довжиною в 12 мм в таких пропорціях:

- Пропорція 1: 7.5 грам на 1500 грам суміші (0.5% від маси суміші);
- Пропорція 2: 15 грам на 1500 грам суміші (1% від маси суміші).

Результати досліджень наведені у таблицях 2-5:

Далі ми порівняли отримані для кожної суміші результати за кожним переліченим показником.

Результати досліджень сумішей на міцність на вигин представлені на рис. 1.

За результатами дослідження, нами були визначені показники міцності на вигин сухих сумішей «Будмайстер Д-319», «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro»:

Так міцність на вигин вказаних сумішей через 3

Таблиця 1

Основні технічні показники обраних сумішей для улаштування гіпсових наливних підлог

Назва/ Показник	Розтічність суміші, мм	Час тужавіння, хвилин	Міцність на вигин через 3 доби, МПа	Міцність на стиск через 3 доби, МПа	Міцність на вигин через 28 днів, МПа	Міцність на стиск через 28 днів, МПа	Стиранність через 10 днів, грам	Стиранність через 28 днів, грам
«Будмайстер Д-319»	180	270	1,82	51,9	3,65	79,4	2,1975	2,4869
«Полімін ТП-5»	178	70	1,3	23,43	2,64	46,5	2,726	1,2977
«Baumit Nivello Quattro»	180 мм	60	1,32	20,10	1,29	23,23	0,8644	2,9541

Таблиця 2

Результати досліджень міцності модифікованого базальтовою фіброю підлогового покриття на основі суміші «Полімін ТП-5»

Доба	«Полімін ТП-5»	Міцність на вигин, МПа	Міцність на стиск, МПа
Контрольний зразок			
3 доба	1.7-1.8	1.30	23.43
10 доба	1.9-1.10	2.64	46.50
28 доба	1.11-1.12	3.49	54.70
0.5% базальтового волокна (7.5 грам)			
3 доба	2.7-2.8	1.94	23.39
10 доба	2.9-2.10	3.28	55.40
28 доба	2.11-2.12	4.88	60.30
1% базальтового волокна (15 грам)			
3 доба	3.7-3.8	2.56	19.92
10 доба	3.9-3.10	4.86	58.4
28 доба	3.11-3.12	5.64	66.9

Таблиця 3

Результати досліджень міцності модифікованого базальтовою фіброю підлогового покриття на основі суміші «Будмайстер Д-319»

Доба	Будмайстер Д-319	Міцність на вигин, МПа	Міцність на стиск, МПа
Контрольний зразок			
3 доба	1.1-1.2	1.82	51.90
10 доба	1.3-1.4	3.65	79.40
28 доба	1.5-1.6	4.04	86.30
0.5% базальтового волокна (7.5 грам)			
3 доба	2.1-2.2	2.54	27.22
10 доба	2.3-2.4	3.53	77.60
28 доба	2.5-2.6	4.89	89.90
1% базальтового волокна (15 грам)			
3 доба	3.1-3.2	2.80	32.41
10 доба	3.3-3.4	5.34	77.40
28 доба	3.5-3.6	7.67	90.10

доби складала:

- «Будмайстер Д-319»: 2,54 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 2,8 МПа (з 1% базальтового волокна);
- «Полімін ТП-5»: 1,94 МПа (з 0.5% базальто-

вого волокна) та 2,56 МПа (з 1% базальтового волокна);

- «Baumit Nivello Quattro»: 1,74 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 2,62 МПа (з 1% базальтового волокна).

Результати досліджень міцності модифікованого базальтовою фіброю підлогового покриття на основі суміші «Baumit Nivello Quattro»

Доба	«Baumit Nivello Quattro»	Міцність на вигин, МПа	Міцність на стиск, МПа
Контрольний зразок			
3 доба	1.1-1.2	1.32	20.10
10 доба	1.3-1.4	1.29	23.23
28 доба	1.5-1.6	3.06	39.40
0.5% базальтового волокна (7.5 грам)			
3 доба	2.1-2.2	1.74	20.56
10 доба	2.3-2.4	2.11	25.16
28 доба	2.5-2.6	3.32	40.30
1% базальтового волокна (15 грам)			
3 доба	3.1-3.2	2.62	22.40
10 доба	3.3-3.4	4.26	24.00
28 доба	3.5-3.6	6.16	46.10

Таблиця 5

Результати дослідження стираності підлогових покриттів на основі модифікованих базальтовою фіброю сумішей «Будмайстер Д-319», «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro»

Суміш	Будмайстер D-319			«Полімін ТП-5»			«Baumit Nivello Quattro»		
	Контрольний зразок	0.5%	1%	Контрольний зразок	0.5%	1%	Контрольний зразок	0.5%	1%
10 доба	2.1975	1.8825	2.0406	2.726	3.1534	1.0146	0.8644	0.8092	0.6168
28 доба	2.4869	1.8509	2.743	1.2977	2.3504	3.0928	2.9541	1.6514	1.1458

Таким чином, через 3 доби при додаванні базальтового волокна усі суміші значно покращують свою міцність на вигин. Проте «Будмайстер Д-319» має значно більшу міцність (2,54 МПа проти 1,94 МПа («Полімін ТП-5») проти 1,74 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і ще більшу міцність (2,8 МПа проти 2,56 МПа («Полімін ТП-5») проти 2,62 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 1% базальтового волокна.

В свою чергу міцність на вигин досліджуваних зразків через 10 діб становила:

- «Будмайстер Д-319»: 3,53 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 5,34 МПа (з 1% базальтового волокна)
- «Полімін ТП-5»: 3,28 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 4,86 МПа (з 1% базальтового волокна)
- «Baumit Nivello Quattro»: 2,11 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 4,26 МПа (з 1% базальтового волокна)

Тобто через 10 діб суміш з добавками базальтового волокна значно покращує міцність на вигин усіх сумішей. При цьому «Будмайстер Д-319» має значно більшу міцність (3,53 МПа проти 3,28 МПа («Полімін ТП-5») проти 2,11 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і набагато більшу міцність (5,34 МПа проти 4,86 МПа («Полімін ТП-5») проти 4,26 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 1% базальтового волокна.

Міцність на вигин через 28 діб складала:

- Будмайстер Д-319: 4,89 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 7,67 МПа (з 1% базальтового волокна)
- «Полімін ТП-5»: 4,88 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 5,64 МПа (з 1% базальтового волокна)
- «Baumit Nivello Quattro»: 3,32 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 6,16 МПа (з 1% базальтового волокна)

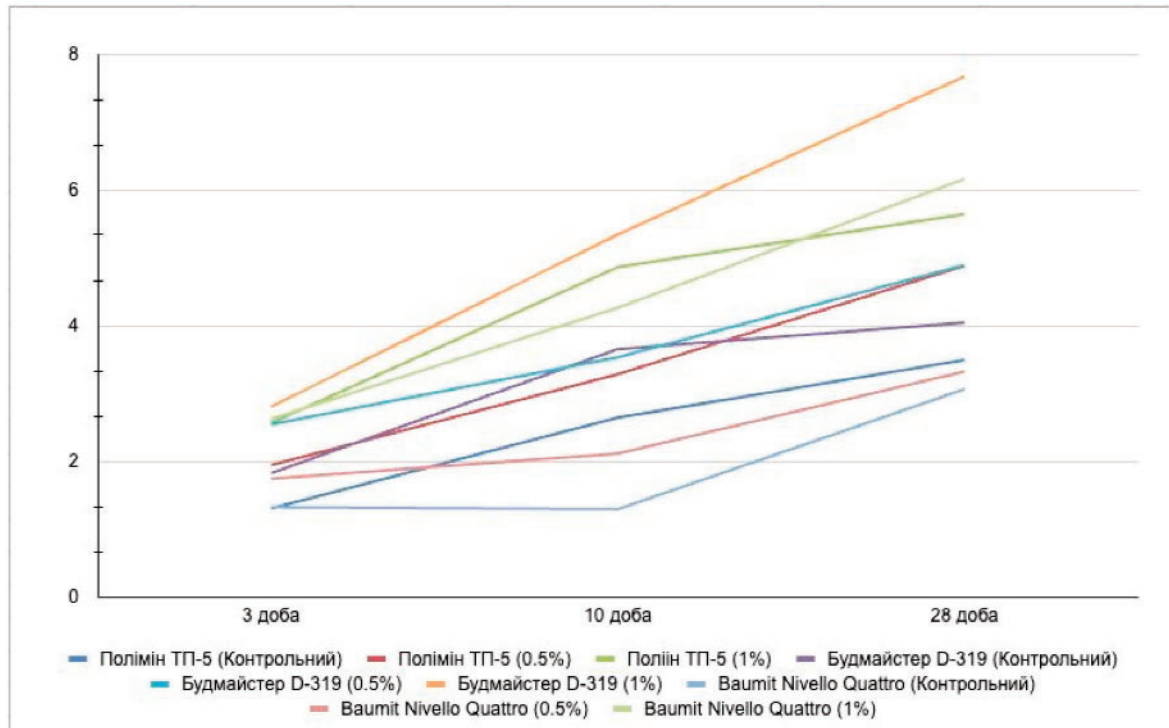


Рис 1. Результати дослідження міцності на вигин контрольних та модифікованих зразків сумішей

Таким чином, станом на 28 добу тверднення, суміш з базальтового волокна значно покращує міцність на вигин. Проте «Будмайстер Д-319» має трохи більшу міцність (4,89 МПа проти 4,88 МПа («Полімін ТП-5»)) проти 3,32 МПа («Baunit Nivello Quattro»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і набагато більшу міцність (7,67 МПа проти 5,64 МПа («Полімін ТП-5»)) проти 6,16 МПа («Baunit Nivello Quattro»)), коли додається 1% базальтового волокна.

Результати досліджень сумішей на міцність на стиск представлені на рис.2

Зокрема міцність на стиск вказаних сумішей через 3 доби склала:

- Будмайстер Д-319: 27,22 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 32,41 МПа (з 1% базальтового волокна);
- «Полімін ТП-5»: 23,39 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 19,92 МПа (з 1% базальтового волокна);

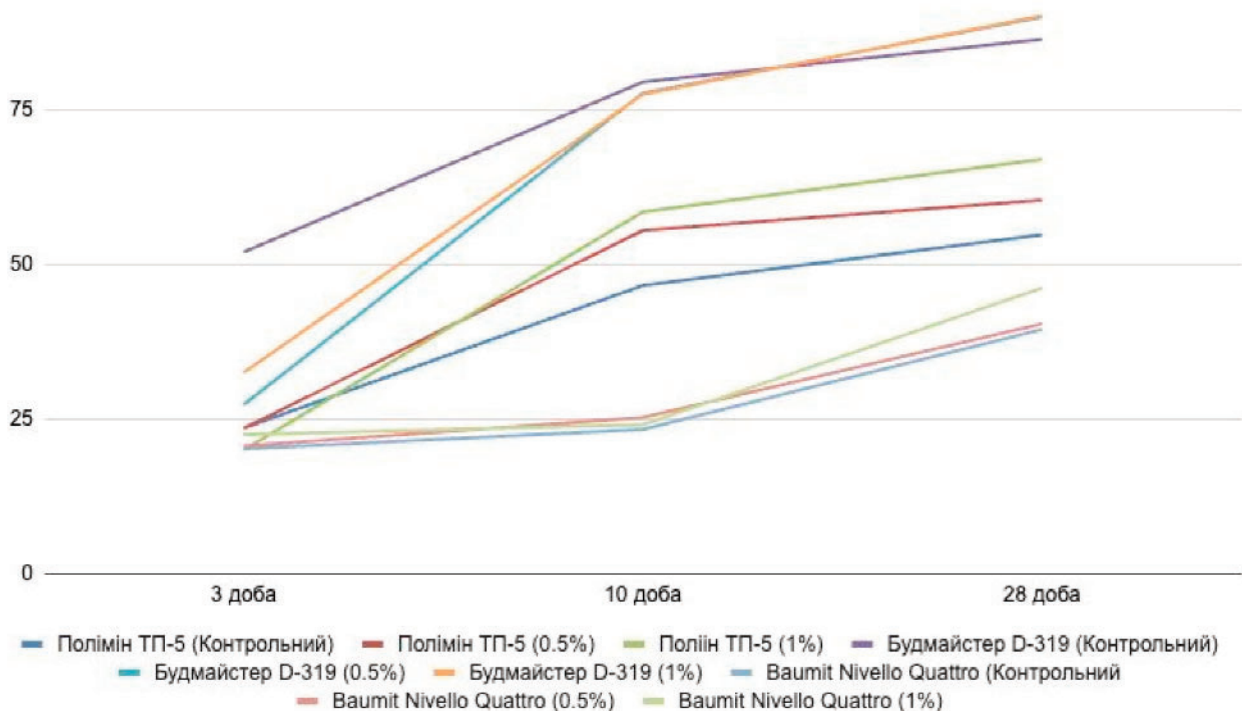


Рис 2. Результати випробувань міцності досліджуваних сумішей на стиск

- «Baumit Nivello Quattro»: 20,56 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 22,40 МПа (з 1% базальтового волокна).

Отже, з додаванням базальтового волокна на 3 добу «Будмайстер Д-319» та «Baumit Nivello Quattro» підвищують свою міцність на стиск, проте в підлогах на основі суміші «Полімін ТП-5» результати гірші. «Будмайстер Д-319» має значно більшу міцність ніж «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro» (27,22 МПа проти 23,39 МПа («Полімін ТП-5») проти 20,56 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і ще більшу міцність (32,41 МПа проти 19,92 МПа («Полімін ТП-5») проти 22,40 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 1% базальтового волокна.

Міцність на стиск досліджуваних зразків через 10 діб становила:

- «Будмайстер Д-319»: 77,6 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 77,4 МПа (з 1% базальтового волокна)

- «Полімін ТП-5»: 55,4 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 58,4 МПа (з 1% базальтового волокна)

- «Baumit Nivello Quattro»: 25,16 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 24,00 МПа (з 1% базальтового волокна)

Тобто через 10 діб гіпсові наливні підлоги із додаванням базальтового волокна значно збільшують міцність на стиск. Проте «Будмайстер Д-319» має значно вищу міцність (77,6 МПа проти 55,4 МПа («Полімін ТП-5») проти 25,16 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і набагато більшу міцність (77,4 МПа проти 58,4 МПа («Полімін ТП-5») проти 24,00 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 1% базальтового волокна.

Міцність досліджуваних зразків на стиск через 28 діб мала такі значення:

- «Будмайстер Д-319»: 89,9 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 90,1 МПа (з 1% базальтового волокна);

- «Полімін ТП-5»: 60,3 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 66,9 МПа (з 1% базальтового волокна);

- «Baumit Nivello Quattro»: 40,30 МПа (з 0.5% базальтового волокна) та 46,10 МПа (з 1% базальтового волокна).

Таким чином, додавання базальтового волокна значно підвищує міцність на стиск усіх трьох сумішей. Проте «Будмайстер Д-319» має значно більшу міцність (89,9 МПа проти 60,3 МПа («Полімін ТП-5») проти 40,30 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і набагато більшу міцність (90,1 МПа проти 66,9 МПа («Полімін ТП-5») проти 46,10 МПа («Baumit Nivello Quattro»)), коли додається 1% базальтового волокна.

Результати досліджень модифікованих сумішей на стираниність представлені на рис. 3.

Втрати маси досліджуваних зразків при проведенні досліджень на стираниність через 10 діб склали:

- «Будмайстер Д-319»: 1,8825 Грам (з 0.5% базальтового волокна) та 2.0406 Грам (з 1% базальтового волокна);

- «Полімін ТП-5»: 3.1534 Грам (з 0.5% базальтового волокна) та 1.0196 Грам (з 1% базальтового волокна);

- «Baumit Nivello Quattro»: 0.8092 Грам (з 0.5% базальтового волокна) та 0.6168 Грам (з 1% базальтового волокна).

На основі наведених даних можна зробити висновок, що додавання базальтового волокна значно покращує показники стираниності трьох сумішей. Проте «Baumit Nivello Quattro» має значно більшу

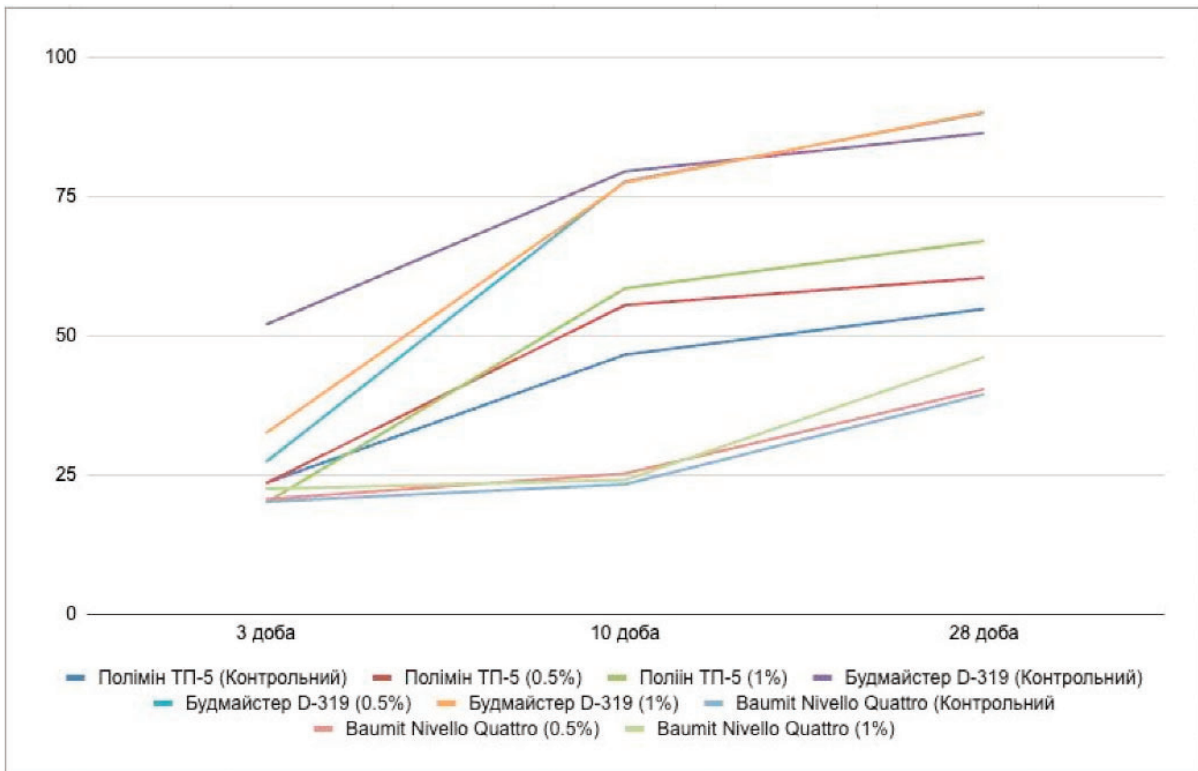


Рис. 3. Результати досліджень зразків на стираниність

стиранність (0.8092 Грам проти 1.8825 Грам («Будмайстер Д-319») проти 3.1534 Грам («Полімін ТП-5»)), коли додається 0.5% базальтового волокна, і трохи більшу стійкість до стиранності (0.6168 Грам проти 2.0406 («Будмайстер Д-319») Грам проти 2.3504 Грам («Полімін ТП-5»)), коли додається 1% базальтового волокна.

Щодо втрати маси при проведенні досліджень на стиранність через 28 діб нами були отримані такі результати:

- «Будмайстер Д-319»: 1.8509 Грам (з 0.5% базальтового волокна) та 2.743 Грам (з 1% базальтового волокна);
- «Полімін ТП-5»: 2.3504 Грам (з 0.5% базальтового волокна) та 3.0928 Грам (з 1% базальтового волокна);
- «Baumit Nivello Quattro»: 1,6514 Грам (з 0.5% базальтового волокна) та 1,1458 Грам (з 1% базальтового волокна).

Результати досліджень на стиранність на 28 добу після формування показують що, додавання базальтового волокна для суміші «Будмайстер Д-319» залишається стабільним при вмісті з 0.5% базальтового волокна, а при додаванні 1% базальнової фібри результати погіршилися з 2.0406 Грам до 2.743 Грам. Результати модифікації суміші «Полімін ТП-5» в свою чергу поліпшилися при додаванні 0.5% з 3.1534 Грам до 2.3504 Грам та погіршилися при вмісті базальтового волокна 1% з 1.0196 Грам до 3.0928 Грам. Суміш «Baumit Nivello Quattro» теж має гірші результати при додаванні 0.5% 1,6514 Грам та при додаванні 1% 1,1458 Грам але в свою чергу найкращі з усіх протестованих.

Висновки

За результатами проведених експериментів було встановлено, що додавання базальтового волокна значно покращує міцність на вигин та стиск сумішей «Будмайстер Д-319», «Полімін ТП-5» так і «Baumit Nivello Quattro». При цьому «Будмайстер Д-319» має вищу міцність на вигин та стиск, коли додається 0.5% та 1% базальтового волокна, порівняно з «Полімін ТП-5» та «Baumit Nivello Quattro». Також, виявлено, що з часом міцність на вигин зростає, і це показчик того, що усі три суміші є досить стійкими до дії зовнішніх факторів.

Дослідження на стиранність показує що результати залежать від конкретної суміші та кількості волокна, що додається. Наприклад, для «Будмайстер Д-319» результати з 0.5% базальтового волокна залишаються стабільними, а для 1% базальтового волокна покращується, тоді як для «Полімін ТП-5» результати з 0.5% базальтового волокна погіршуються, а з 1% базальтового волокна покращуються. В свою чергу суміш «Baumit Nivello Quattro» показала найкращий результат і з зростанням кількості волокна результати поліпшуються.

Загалом можна зробити висновок, що додавання базальтового волокна може бути корисним для покращення міцності на стиранність, стиск та вигин гіпсових наливних підлог, проте кількість волокна, що додається, потрібно вибирати залежно від конкретної суміші та з урахуванням змін у собівартості виробництва сумішей. Необхідним є також проведення подальших досліджень щодо впливу запропонованих модифікацій на довговічність гіпсових наливних підлог, їх економічні показники, теплопровідність тощо.

Література

1. Бондарь А.В., Ковальский В.П., Очеретный В.П. и Бурлаков В.П. Цементные сухие строительные смеси с улучшенными теплозвукоизоляционными свойствами для устройства элементов полов гражданских зданий. *Международный периодический рецензируемый научный журнал «International periodic scientific journal SWorldJournal»*, Issue № 1, pp. 46-52, 2019. DOI: 10.30888/2410-6615.2019-01-01-043.
2. Ефективні гіпсові матеріали: монографія / Дворкін Л. Й., Гавриш О.М., Безусяк О.В. та інші; за ред. Л. Й. Дворкіна. - К.: Павленко, 2013. - 239 с.
3. Захарченко П.В. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали: підручник / П.В. Захарченко, Е.М. Долгий, Ю.О. Галаган та інші. -К.: КНУБА, 2005. -512 с.
4. Казимагомедов И. Э. Повышение стойкости наливных полов к истиранию / И.Э. Казимагомедов, С. Ю. Шентун // *Научный вестник строительства, за заг. ред. д-ра техн. наук Д. Ф. Гончаренка.* – Харків: ХНУБА, 2015. – С. 69-73.
5. Карапузов Е.К. Сухие строительные смеси / Е. К. Карапузов, Г. Лутиц, Х. Герольд и др.// – К.: Техника, 2000. – 226 с.
6. Максименко А.А. Сухі будівельні суміші для підлог на основі магнезійних композицій. дис. канд. наук., Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт, Дніпро, Україна, 2013.
7. Підлоги у сучасному будівництві: наукове видання. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Ушеров-Маршак О.В. та інші. К.: Вища освіта, 2012. – 232 с.
8. Саламаха Л.В. Сухі будівельні суміші з базальтовими волокнами для влаштування елементів підлоги. дис. канд. наук., Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури, Дніпро, Україна, 2010.
9. Троян В.В. Сухі суміші та розчини на їх основі для влаштування підлог промислових будівель. дис. канд. наук., Київський нац. ун-т будівництва і архітектури, Київ, 2007.

References

1. Bondar` A.V., Koval`skiy`j V.P., Ocheretnyj V.P. y` Burlakov V.P. Cementnye suxy`e stroy`tel`ny`e smesy` s uluchshenny`m teplozvukoy`zolyacy`onny`m svoystvamy` dlya ustrojstva elementov polov grazhdansky`x zdany`j. *Mezhdunarodnyj pery`odny`cheskyj` recenzi`ruemyj nauchnyj zhurnal «International periodic scientific journal SWorldJournal»*, Issue # 1, rr. 46-52, 2019. DOI: 10.30888/2410-6615.2019-01-01-043.
2. *Efektyni` gipsovi materialy` : monografiya / Dvorkin L.J., Gavry`sh O.M., Bezusyak O.V. ta inshi; za red. L.J. Dvorkina.* - K. : Pavlenko, 2013. - 239 s.
3. *Zaxarchenko P.V. Suchasni kompozy`cijni budivel`no-ozdoblyval`ni materialy` : pidruchny`k / P.V. Zaxarchenko, E.M. Dolgy`j, Yu.O. Galagan ta inshi.* -K.: KNUBA, 2005. -512 s.

4. Kazy`magomedov Y. Э. *Розышнену`е stojkosty` naly`vnyx polov k y`sty`rany`yu* / Y.Э. Kazy`magomedov, S. Yu. Sheptun // *Naukovy`j visny`k budivny`cztva, za zag. red. d-ra techn. nauk D. F. Goncharenka.* – Xarkiv: XNUBA, 2015. – S. 69-73.
5. Karapuzov E.K. *Suxy`e stroy`tel`nye smesy`* / E. K. Karapuzov, G. Lutcz, X. Gerol`d y` dr.// – K.: *Texny`ka*, 2000. – 226 s.
6. Maksy`menko A.A. *Suxi budivel`ni sumishi dlya pidlog na osnovi magnezial`ny`x kompozy`cij.* dy`s. kand. nauk., Pry`dnipr. derzh. akad. bud-va ta arxit, Dnipro, Ukrayina, 2013.
7. *Pidlogy` u suchasnomu budivny`cztvi: naukovе vy`dannya.* Karapuzov Ye.K., Soxa V.G., Ushero`v-Marshak O.V. ta inshi. K.: Vy`shha osvita, 2012. – 232 s.
8. Salamaxa L.V. *Suxi budivel`ni sumishi z bazal`tovy`my` voloknamy` dlya vlashtuvannya elementiv pidlogy`. dy`s. kand. nauk., Pry`dnipr. derzh. akad. bud-va ta arxitektury`, Dnipro, Ukrayina, 2010.*
9. Troyan V.V. *Suxi sumishi ta rozchy`ny` na yix osnovi dlya vlashtuvannya pidlog promy`slovy`x budivel`. dy`s. kand. nauk., Ky`yiv`s`ky`j nac. un-t budivny`cztva i arxitektury`, Ky`yiv, 2007.*

1 P. V. Zakharchenko, Ph.D., professor, head of the department of commodity science and commercial activity in construction, ORCID: 0000-0001-9172-0940;

2 V.L. Skrypyuk, postgraduate, ORCID: 0000-0003-3140-8749.

^{1,2} Kyiv National University of Construction and Architecture. Kyiv

INCREASE OF THE CONSUMABLE PROPERTIES OF GYPSUM DRY BUILDING MIXTURES FOR THE ARRANGEMENT OF FILLED FLOORS DUE TO THE ADDITION OF BASALT FIBER

Abstract. *The article is devoted to increasing the consumptive properties of gypsum bulk floors by adding basalt fiber to their composition. The quality indicators of poured floors were considered in accordance with the current regulatory documents (DSTU B V.2.7-126:2011 and DSTU EN 13813), namely creep, shelf life, strength of adhesion to the base, compressive strength limit, tensile strength limit during bending, shrinkage, frost resistance. The properties and advantages of three samples of gypsum bulk floors presented on the market of Ukraine ("Budmeister D-319", "Polymix TP-5", "Baumit Nivello Quattro") have been determined. A comparative analysis of the physico-mechanical properties of the indicated mixtures was carried out according to the indicators of compressive and tensile strength when bending, spreading, hardening time and wearability using a Wick device, a Suttard viscometer, a press and a device for determining wearability with a dry abrasive on a wear wheel. In order to increase the consumption properties of gypsum bulk floors, it is proposed to introduce basalt fiber into their composition as a reinforcing component in the amount of 0.5% and 1% of the mass of the mixture, and corresponding laboratory tests were conducted. According to the results of the experiments, it was determined that the addition of basalt fiber makes it possible to slightly increase the compressive strength of gypsum bulk floors and significantly increase their tensile strength during bending; at the same time, the more basalt fiber added to the composition of the mixture, the higher the strength indicators. It was established that the modification of mixtures with basalt fiber significantly improves their resistance to abrasion when adding at least 1% basalt fiber. It was concluded that the addition of basalt fiber is an effective way to improve the strength of gypsum bulk floors, especially if the optimal concentration of fiber is chosen for each type of mixture. At the same time, it is advisable to carry out further research on the impact of the proposed modifications on the durability of plastered floors, their economic indicators, thermal conductivity, etc.*

Key words: *dry building mixtures, gypsum poured floors, consumer properties, composition modification, reinforcing component, basalt fiber, laboratory tests, creep, hardening time, compressive strength, tensile strength during bending, abrasion.*

Зміст

1 І.Д. Іванейко, О.А. Тугай, О.В.Дубинка, М.М. Іванейко, В.М. Олійник ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРІОДУ ЗГОРТАННЯ ПОТОКІВ НА ПЕРЕРЕЗПОДІЛ НЕВИКОРИСТАНОГО ТРУДОВОГО РЕСУРСУ У НЕРИТМІЧНИХ РОБОТАХ	3
2 О.М. Проценко, В.В. Герасименко, В.П. Сопов ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЯК КАТАЛІЗАТОР ТРАНСФОРМАЦІЙ У СИСТЕМІ ПРОЕКТУВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ	9
3 О.І. Менайлюк, І.О. Менайлюк, В.В. Руссий ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ.....	17
4 М.В. Клис, М.О. Шебек, В.В. Орищенко ФАКТОРИ СКЛАДНОСТІ БУДІВНИЦТВА, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ СТИСНЕНІ УМОВИ БУДІВНИЦТВА	27
5 Г.Б. Башкіров, С.В. Бутнік ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ НЕЕКСПЛУАТОВАНОЇ БУДІВЛІ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ЇЇ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У ВІДПОВІДНОСТІ З СУЧАСНИМИ ВИМОГАМИ	32
6 О.В. Філіпов, Л.В. Шумак- ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ НА СТАДІЇ ПРОЕКТУВАННЯ. НАЦІОНАЛЬНИЙ І ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД	39
7 А.Ф. Гойко, Т.Ю. Цифра ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК РЕГІОНУ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО ПІДХОДУ	54
8 І.О. Брюховецька, Г.О. Кришталь ОЦІНКА НЕРУХОМОСТІ ДЛЯ ЦІЛЕЙ СТРАХУВАННЯ	60
9 С.В. Сазонова ПЕРЕДУМОВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ ЦИФРОВОЇ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ	63
10 Н.В. Лисиця МЕТОДИ ТА ПІДХОДИ ЩОДО ДІАГНОСТИКИ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА	68
11 М.Л. Черняк, С.Ю. Пахомов РОЗВИТОК КОНЦЕПЦІЙ ЩОДО ПРИРОДИ ТА ВПЛИВУ ІННОВАЦІЙ	75
12 П.В. Захарченко, В.Л. Скрипник ПІДВИЩЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГПСОВИХ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ УЛАШТУВАННЯ НАЛИВНИХ ПІДЛОГ ЗА РАХУНОК ДОДАВАННЯ БАЗАЛЬГОВОЇ ФІБРИ	80