

**Сергій ШАТОВ**

доктор технічних наук, доцент,  
професор кафедри будівельних і дорожніх машин,  
Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури,  
<https://orcid.org/0000-0002-1697-2547>

**Артем РУДІН**

аспірант кафедри технології будівельного виробництва,  
Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури,  
<https://orcid.org/0000-0003-4215-3884>

## **ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ВІДНОВЛЕННЯМ ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

***Анотація.** В освітньо-професійних програмах спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» першого та другого рівнів освіти передбачено вивчення дисциплін, метою яких є аналіз виконання будівельно-монтажних робіт не тільки при зведенні будівель і споруд, але і при здійсненні ремонтних робіт, реконструкції, відновленні будівельних об'єктів унаслідок техногенних та стихійних подій, зокрема військових дій. Доцільно при вивченні цих дисциплін надати останні здобутки будівельної галузі у відновленні зруйнованих будівель та споруд – плануванні, організації та виконанні цих робіт, особливо у використанні техніки, яка повинна відповідати вимогам цих процесів. Це засоби механізації багатоцільового призначення, які забезпечують підвищення ефективності розбирання руйнувань об'єктів, зменшують кількість необхідної техніки на цих роботах. Розроблено технологічні схеми розміщення техніки та її переміщення під час ліквідації наслідків техногенних та природних подій з обмеженими напрямками виконання робіт.*

***Ключові слова:** будівельні об'єкти, руйнування, ремонт, реконструкція, відновлення.*

### Розділ 3

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ

У дисциплінах технології будівельного виробництва, а саме бакалаврата «Технологія будівельного виробництва» [6], «Діагностика технічного стану та підсилення будівельних конструкцій» та магістратури «Модернізація, реконструкція та ремонтно-відновлювальні роботи в будівництві», передбачається вивчення виконання будівельно-монтажних робіт не тільки при зведенні будівель і споруд, але і при здійсненні ремонтних робіт, реконструкції, відновленні будівельних об'єктів унаслідок техногенних та стихійних подій, зокрема військових дій.

Вивчення виробництва таких робіт потребує знання характеру впливу подій на будівлі та споруди. Проявами стихійних лих є землетруси, урагани, зсуви та повені, а до техногенних аварій належать вибухи газу, пожежі, руйнування мереж водопостачання та каналізації [1, 2, 3, 4, 5]. Щорічно на планеті від землетрусів відбуваються значні втрати людей та руйнування різних типів будівель і споруд.

Землетруси – це стихійні явища, котрі приносять найбільшу кількість людських втрат (рис. 1).



*а*



*б*



*в*



*г*

*Рис. 1. Зруйновані землетрусом будинки та автошляхи:  
а – Італія (2016 р.); б – Непал (2015 р.); в – Індонезія (2016 р.);  
г – Тайвань (2018 р.)*

*Розділ 3*  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-  
БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**

При землетрусах у результаті переміщення часток гірських порід виникають пружні сейсмічні хвилі. Вони розповсюджуються у поверхневих шарах Землі зі швидкістю: подовжні – від 5 до 8 км/с, поперечні – від 3 до 5 км/с. Щорічно на Землі відбувається до ста тисяч землетрусів, причому приблизно сто землетрусів призводять до великих руйнувань. У середньому один землетрус на рік носить катастрофічний характер. Останні 40 років були зареєстровані такі великі землетруси: Ташкент (1972 р.), Китай (1976 р.), Вірменія (1988 р.), Індія (2005 р.), Гаїті (2010 р.), Непал (2015 р.), Італія (2016 р.); Індонезія (2016 р.); Тайвань (2018 р.). Всі вони супроводжувалися руйнуванням будівель та споруд: залежно від дії землетрусів вони були повністю зруйновані або мали значні пошкодження та зсуви з фундаментів і нахил. Уламки являли собою відокремлені будівельні елементи й конструкції, а також деформовані частини цих об'єктів. Найбільшими за розмірами та масою уламками були колони та міжповерхові перекриття. Об'єм цих складових частин будівель складав 0,8...1,2 м<sup>3</sup>. Розташування уламків було хаотичне. Відстань завалів від зруйнованих будівель була в межах 20...30 м. Більша кількість завалів перекривала проїжджу частину доріг, що ускладнювало проведення відновлювальних робіт (рис. 2).



*а*



*б*

*Рис. 2. Зруйновані землетрусом об'єкти у:  
а – Ірані (2017 р.); б – Непалі (2015 р.)*

Наслідками землетрусів є цунамі – велетенські океанські та морські хвилі (рис. 3), жертвами яких є велика кількість людей.

**Розділ 3**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**



*а*



*б*

*Рис. 3. Цунамі в Таїланді (2004 р.):  
а – просування хвилі; б – наслідки*

Урагани призводять до руйнування будівель та споруд, особливо верхніх поверхів та дахів. Останній час урагани у вигляді торнадо виникають у Придніпровському регіоні (рис. 4 та рис. 5). Наслідками ураганів є пошкоджені будівлі, електромережі, зелені насадження.



*а*



*б*

*Рис. 4. Торнадо поблизу с. Волоське (Дніпро, 2015 р.):  
а – рух торнадо; б – наслідки*



*а*



*б*

*Рис. 5. Торнадо під Кривим Рогом (2017 р.):  
а – рух торнадо; б – наслідки*

*Розділ 3*  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**

Причиною зсувів ґрунтів є підтоплення територій та перенасичення ґрунтів на схилах водою в результаті опадів або при руйнуванні мереж водопостачання та водовідведення. Значна аварія відбулася на житловому масиві «Тополя-1» (Дніпро, 1997 р.), де був гідравлічний прорив часток ґрунту. Були повністю зруйновані будівлі житлового двосекційного дев'ятиповерхового будинку, середньої школи, трансформаторної підстанції та двох дитячих садків (рис. 6). Одна людина загинула. Збитки склали 150 млн доларів. Техногенна аварія відбулася внаслідок підтоплення житлового масиву у результаті помилки у проектуванні основ і фундаментів житлового комплексу вздовж вул. Запорізьке шосе та незадовільної експлуатації водопостачальних мереж і систем водовідведення, які не витримали гарантований термін експлуатації й вийшли з ладу раніше нормативного терміну.



*а*

*б*

*Рис. 6. Залишки будівель на ж/м «Тополя-1»:  
а – дев'ятиповерхового будинку (на передньому плані);  
б – дитячого садка*

У листопаді 2011 року відбувся зсув ґрунту по вулиці Войцеховича та провулку Самаркандському вздовж Рибальської балки (м. Дніпро). Обсяг ґрунту, що зсунувся, склав 15 000 м<sup>3</sup> (рис. 7). Причина зсуву – руйнування водопровідної труби. Виникнення зсувних процесів пов'язане із руйнуванням цілісності водопостачальної мережі та обводненням ґрунтів схилу.

**Розділ 3**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДІ**



*а*

*б*

*Рис. 7. Зсув ґрунту в м. Дніпро (2011 р.):*

*а – вид на провулок Самаркандський; б – зруйновані гаражі*

У результаті зсувів ґрунту руйнуються та блокуються дороги великими обсягами ґрунтів (рис. 8), що потребує проведення значного об'єму земляних робіт. Складність виконання таких робіт пов'язана з тим, що ґрунти мають значну вологість та липкість.



*а*

*б*

*Рис. 8. Зсув ґрунту на дороги:*

*а – у Сьєрра-Леоне (2017 р.); б – у Киргизії (2017 р.)*

У багатьох техногенних подіях причиною є неправильне користування побутовим газом (рис. 9). Великі катастрофи через вибух газу відбулись: у Дніпрі (2007 р.), у Євпаторії (2008 р.), а також з обмеженими руйнуваннями у 2009 році в Луганську (двічі), у 2012 році в Харкові (двічі) та у 2014 році в Миколаєві [8].

**Розділ 3**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДІ**



*а*

*б*

*Рис. 9. Зруйнований вибухом газу будинок у Дніпрі (2007 р.):  
а – фасад; б – покрівля*

Руйнування будівель відбуваються внаслідок несвоєчасного ремонту будівельних об'єктів (рис. 10).



*а*

*б*

*в*

*Рис. 10. Зруйновані будинки внаслідок несвоєчасного ремонту:  
а – м. Шахтинськ (Карагандинська обл., Казахстан, 2017 р.);  
б – м. Васильків (Київська обл., 2016 р.);  
в – м. Дніпро, вул. Артема, 28*

Значні пошкодження різних типів будівель та споруд приносять військові дії. У багатьох населених пунктах східної частини України за період 2014 – 2021рр. були зруйновані або пошкоджені будівельні об'єкти (рис. 11).

**Розділ 3**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДІ**



*а*



*б*

*Рис. 11. Зруйновані або пошкоджені будівлі на сході України у містах (2016 р.):  
а – Луганську; б – Слов'янську*

Характер руйнувань цих будівель та споруд різний: значні (рис. 11, а), часткові (рис. 11, б), локальні.

Під час агресії росії в Україні з 24 лютого 2022 р. велика кількість міст та населених пунктів отримала значні руйнування інфраструктури (рис. 12).



*а*



*б*



*в*



*г*

*Рис. 12. Зруйновані будівлі у містах (2022 р.):  
а – Харкові; б – Маріуполі*

Відновлення зруйнованих та пошкоджених будівельних об'єктів виконувалось у такій послідовності: розчищення доріг для руху техніки, підготовка майданчика для виконання робіт; обвалення



*Розділ 3*  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДІ**

пошкоджених будівельних конструкцій, що загрожують падінням; руйнування пошкоджених конструкцій та великогабаритних уламків; навантаження й вивіз продуктів розбирання завалів [4, 8]. На всіх етапах робіт використовувалася різноманітна будівельна техніка (рис. 13): телескопічні підйомники та крани, екскаватори, навантажувачі.



*а*



*б*



*в*



*г*

*Рис. 13. Використання техніки для розбирання уламків будівель:  
а – телескопічні підйомники; б – автокрани; в – екскаватори;  
г – навантажувачі*

У тому разі коли будівельні об'єкти отримували деформації та перебували в нестійкому положенні, їх закріплювали підпорками та приймали рішення про їх відновлення (рис. 14) – вирівнювали будівлю за допомогою домкратів і виконували заходи з придання стійкості та відновлення пошкоджених частин.

**Розділ 3**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**



а



б

*Рис. 14. Закріплення нестійких об'єктів при ліквідації наслідків землетрусу на Тайвані (2018 р.):*

*а – загальний вигляд будівлі;*

*б – розташування підпорок для забезпечення стійкості будівлі*

При значних руйнуваннях та з метою скорочення часу прибирання уламків будівель організація робіт полягала у залученні значної кількості техніки (рис. 15). При цьому використовувалися екскаватори з різними видами робочих органів: ківші, захвати, гідроножиці. Така технологічна схема використання техніки для розбирання завалів забезпечує високу продуктивність, але може бути застосована при значних обсягах робіт і коли відсутні обмеження у робочих зонах машин, що при розборці завалів зустрічається нечасто.



*Рис. 15. Розбирання руйнувань одночасним використанням декількох екскаваторів із різним робочим обладнанням*

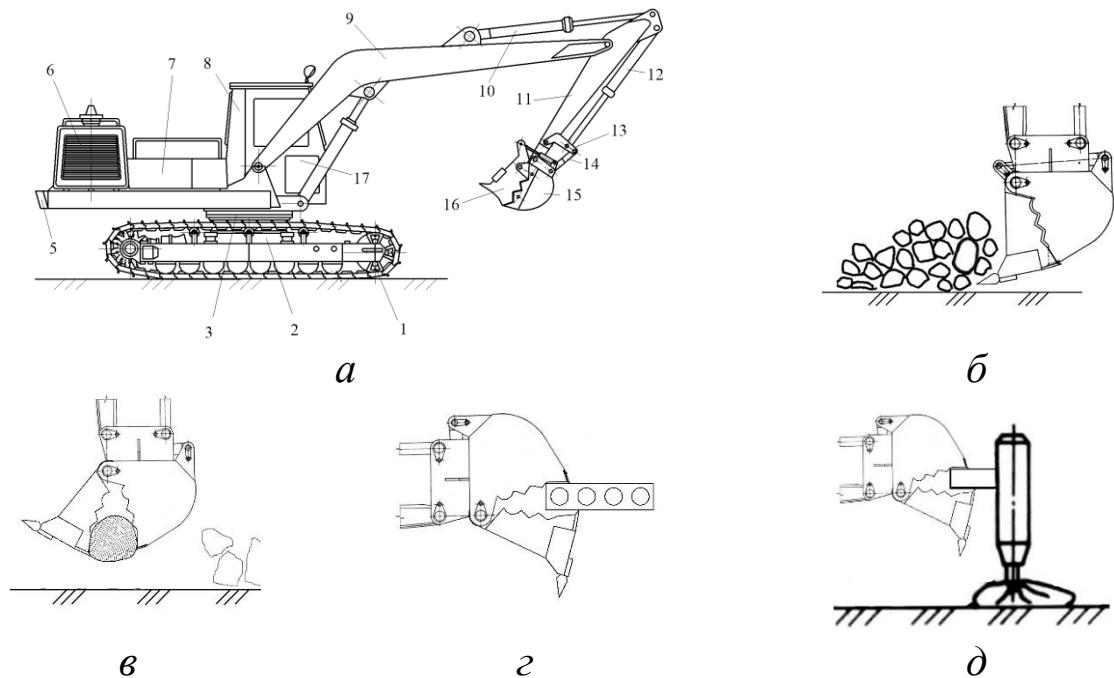
Недоліком відомих технологічних схем розбирання завалів є відсутність рішень щодо вилучення уламків у стиснених умовах, коли в зоні завалів можливо розташувати одну-дві машини. Тому потрібна

**Розділ 3**  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**

розробка робочого обладнання засобів механізації для розбирання завалів, які виконують декілька технологічних операцій.

Для виконання робіт з розбирання уламків зруйнованих будівель і споруд у стиснених умовах та при обмеженні кількості одиниць техніки запропоновано встановлення на базі екскаваторів багатоцільового обладнання (БЦО), яке має [8] ківш зворотної лопати та гідрокеровану щелепу або захват (рис. 16). Використання БЦО із щелепою дозволяє виконувати технологічні операції:

- при притиснутій щелепі 16 до ківша 15 проводити їх заповнення дрібними уламками (рис. 16, б);
- поворотом щелепи 16 виконувати схоплення та притиснення до ківша 15 великих уламків завалів (рис. 16, в);
- виконувати обвалення нестійких елементів зруйнованих або пошкоджених будівель (рис. б, г);
- виконувати відновлення комунальних мереж: проводити розробку ґрунтів та замінювати пошкоджені ділянки трубопроводів;



*Рис. 16. Багатоцільове обладнання на базі гусеничного екскаватора:  
а – загальний вигляд; б – розробка дрібних уламків; в – схоплення великих уламків; г – обвалення нестійких елементів будівель;  
д – схоплення інших робочих органів.*

- виконувати технологічні операції іншими робочими органами, які схоплюються багатоцільовим обладнанням: подрібнювати

*Розділ 3*  
**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-  
БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**

великогабаритні уламки гідромолотом (рис. 16, г); ущільнювати ґрунт або інші будівельні матеріали трамбівкою при відновленні інженерних мереж;

- завантажувати уламки у транспортні засоби або розвантажувати їх на склади-майданчики;

- при технологічній необхідності виконувати розробку ґрунтів та інших середовищ або будівельних матеріалів.

У разі використання екскаваторів з багатоцільовим обладнанням для розбирання будівель або завалів розроблюється технологічна схема, яка враховує конкретні умови ліквідації надзвичайної події.

Розбирання завалу з одного напрямку виконується, коли доступ та маневрування техніки до завалу  $Z_1$  обмежені наявністю тільки однієї транспортної мережі  $B_1$  (рис. 17). Аналіз проведення робіт за такою схемою розбирання завалу у 2007 році у м. Дніпро показав [4, 8], що замість традиційних робочих органів машин доцільно використовувати багатоцільові засоби механізації (ківші з щелепою), встановлені на екскаваторах: телескопічному  $G_{eum}$  та із зворотною лопатою  $G_{eu}$ .

Перед розбиранням завалу визначають необхідність тимчасового укріплення або демонтажу нестійких будівельних конструкцій залишків будівлі й виконують ці заходи. Для забезпечення безпеки робіт із розбирання нестійких елементів будівель з урахуванням можливої наявності потерпілих, розроблені пропозиції їх тимчасового укріплення та розбирання за допомогою вантажопідйомного обладнання консольного і прольотного типів та підйомників. Розробку завалу починають екскаватором із зворотною лопатою  $G_{eu}$  та ківшем із щелепою.

У разі необхідності екскаватор  $G_{eu}$  може схопити гідромолот ( $G_{euz}$ ) та виконати подрібнення окремих уламків. Це дозволяє розчистити початок завалу для роботи телескопічного екскаватора  $G_{eum}$  із розбирання завалу у найвіддаленіших зонах. Екскаватори  $G_{eu}$  та  $G_{eum}$  схоплюють різні за об'ємом уламки, це не потребує використання інших видів техніки. Розвантаження уламків проводиться у склади-майданчики  $CM_1$  і  $CM_2$  або у транспортні засоби  $E_1$ . На завершальній стадії (рис. 17, б) залишки уламків розбирають екскаватором  $G_{eu}$  або  $G_{eum}$ .

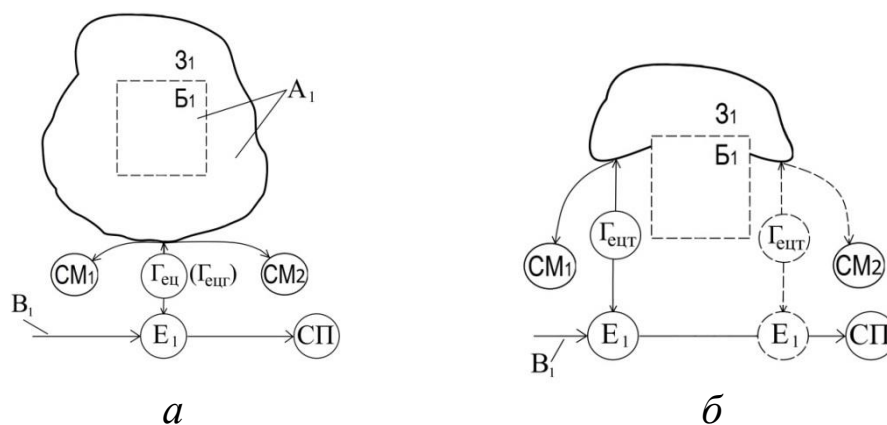


Рис. 17. Схема розбирання зруйнованої будівлі з одного напрямку:

а – початок; б – кінцевий етап;

$\Gamma_{енц}$  – БЦО з щелепним ківшем;  $\Gamma_{емт}$  – телескопічний екскаватор з

БЦО;  $\Gamma_{енцг}$  – БЦО з гідромолотом;  $E_1$  – транспорт;

$A_1$  – зруйнований об’єкт;  $B_1$  – будівля;  $V_1$  – дорога;

$Z_1$  – завал;  $CM$  – склади-майданчики;  $СП$  – полігон уламків.

Варіантом запропонованої організації робіт може бути схема, за якою замість екскаватора  $\Gamma_{енц}$  використовується навантажувач з БЦО.

Таким чином, студенти отримають знання у випадках організації робіт під час техногенних та природних подій, які призводять до руйнування будівельних об’єктів та транспортних мереж. Залежно від параметрів руйнувань приймаються рішення щодо ліквідації наслідків техногенних аварій та природних проявів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять : ДСТУ 4933:2008. – Вид. офіц. ; Чинний від 2008-07-01. – Київ : Держстандарт України, 2008. – 38 с.

2. Казаков Б. Організація та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 6. – С. 44–49.

3. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.

4. Мірошниченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошниченко // Надзвичайна ситуація. – 2007. – № 10. – С. 8–15.

5. Неукротимая планета. Когда природа сходит с ума / Д. Берни, Д. Гилпин, С. Койн, П. Симонс ; пер. с англ. – [Германия] : Дом Ридерз Дайджест, 2008. – 319 с.

**ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ТА ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У КОНТЕКСТІ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МОЛОДИ**

6. Технологія будівельного виробництва: підручник / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко, Г. М. Батура та ін.; За ред. В. К. Черненка, М. Г. Єрмоленка. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.

7. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. – 2009. – № 1. – С. 8–15.

8. Шатов С. В. Організаційно-технологічні рішення розбирання пошкоджених та реконструйованих споруд та будівель / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2013. – № 4. – С. 12–17.

**Сергій ШАТОВ**

*доктор технічних наук, доцент,  
професор кафедри будівельних і дорожніх машин,  
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури,  
<https://orcid.org/0000-0002-1697-2547>*

**Єгор ПАЛІЙ**

*аспірант кафедри технології будівельного виробництва  
Придніпровська державна академія  
будівництва та архітектури,  
<https://orcid.org/0000-0001-8525-7240>*

**3D-ДРУКУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЯК  
МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ НАПРЯМОК БУДІВЕЛЬНОЇ  
ОСВІТИ**

*Анотація. Підвищити якість будівництва та зменшити його вартість можливо використанням та розвитком інноваційних технологій, до яких належить 3D-друкування (3D-принтинг) – це процес відтворення реального об'єкту за зразком 3D-моделі. Ця технологія дозволяє протягом декількох діб звести будівельний об'єкт, значно скоротити ручну працю на підготовчих роботах, створити вироби та конструкції складної форми за індивідуальними проектами. Технологія 3D-друкування потребує міждисциплінарного навчання, яке охоплює питання архітектурного проектування, сучасних будівельних матеріалів, конструктивного виконання 3D-*