

УДК 725:69.059.28

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗБИРАННЯ ЗРУЙНОВАНИХ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

ХМАРА Л. А.<sup>1</sup>, д. т. н, проф.,ШАТОВ С. В.<sup>2\*</sup>, д. т. н, доц.

<sup>1</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-29, e-mail: LEONIDKHARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

<sup>2\*</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

**Анотація. Постановка проблеми.** В Україні щороку реєструється у середньому майже понад 350 надзвичайних ситуацій. Комунальна інфраструктура зношена, внаслідок чого кількість аварій за останні 10 років зросла майже в п'ять разів. За дії аварій, техногенних катастроф або стихійних лих будівлі та споруди руйнуються, під завалами залишаються потерпілі. Зараз розбирання завалів виконується різноманітною технікою, яка не завжди відповідає вимогам рятувальних або відновлювальних робіт, через що роботи виконуються за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Тому потрібне створення наукових основ проектування машин для термінового розбирання завалів та розроблення технологічних схем їх використання. **Мета статті.** Розроблення рішень з удосконалення технологічних процесів розбирання зруйнованих будівель та споруд. **Висновок.** Аналіз робіт із розбирання зруйнованих будівель та споруд показує, що вони виконуються за недосконалими технологічними схемами, які базуються на використанні загальнобудівельних машин, що не відповідають вимогам цих процесів, це спричинює значне збільшення їх трудомісткості та економічних витрат. Розроблено методику обстеження руйнувань будівель та споруд, яка базується на фотофіксації наслідків надзвичайної події та електронній обробці отриманої інформації. Розроблено технологічні схеми розбирання зруйнованих будівель та споруд із використанням будівельних машин з багатоцільовим обладнанням, що забезпечує підвищення ефективності виконання робіт.

**Ключові слова:** техногенні аварії, руйнування будівель та споруд, технологічні процеси.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАЗБОРКИ РАЗРУШЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ХМАРА Л. А.<sup>1</sup>, д. т. н, проф.,ШАТОВ С. В.<sup>2\*</sup>, д. т. н, доцент.

<sup>1</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-29, e-mail: LEONIDKHARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

<sup>2\*</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

**Аннотация. Постановка проблемы.** В Украине ежегодно регистрируется 350 чрезвычайных ситуаций. Коммунальная инфраструктура изношена, в результате чего количество аварий за последние 10 лет выросло почти в пять раз. Под действием аварий, техногенных катастроф или стихийных бедствий здания и сооружения разрушаются, под завалами находятся потерпевшие. В настоящий момент разборка завалов выполняется разнообразной техникой, которая не всегда отвечает требованиям спасательных или восстановительных работ, что приводит к выполнению этих работ по несовершенным технологическим схемам, а это увеличивает сроки и трудоемкость их ведения. Поэтому нужно создание научных основ проектирования машин для срочной разборки завалов и разработка технологических схем их использования. **Цель статьи.** Разработка решений по усовершенствованию технологических процессов разборки разрушенных зданий и сооружений. **Вывод.** Анализ работ по разборке разрушенных зданий и сооружений показывает, что они выполняются по несовершенным технологическим схемам, базирующимся на использовании общестроительных машин, которые не отвечают требованиям этих процессов, что приводит к значительному увеличению их трудоемкости и экономических

расходов. Разработана методика обследования разрушений зданий и сооружений, которая базируется на фотографировании последствий чрезвычайного события и электронной обработке полученной информации. Разработаны технологические схемы разборки разрушенных зданий и сооружений с использованием строительных машин с многоцелевым оборудованием, которое обеспечивает повышение эффективности выполнения работ.

**Ключевые слова:** техногенные аварии, разрушения зданий и сооружений, технологические процессы.

## IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF SORTING OUT OF THE DESTROYED BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS

KHMARA L. A.<sup>1</sup> *Dr. Sc., Prof.*

SHATOV S. V.<sup>2\*</sup> *Dr. Sc., As. Prof.*

<sup>1</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-98-29, e-mail: LEONIDKHMARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

<sup>2\*</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

**Summary. Problem statement.** 350 extraordinary situations are annually registered in Ukraine. A communal infrastructure is threadbare; the amount of failures grew almost in five times for the last 10 years as a result. Under the action of failures, technogenic catastrophes or natural calamities of building and constructions collapse, under obstructions there are victims. Today sorting out of obstructions is made with a various technique without meeting the requirements of rescue or restoration works leading to implementation of these works with imperfect flow sheets, and it increases terms and labour intensiveness of their conduct. Creation of scientific bases of planning of machines for the urgent sorting out of obstructions and development of flowsheets of their use is needed. **Purpose.** Development of decisions on the improvement of technological processes of sorting out of destructions of buildings and constructions. **Conclusion.** The analysis of works on sorting out of the destroyed buildings and constructions shows, that they are done with imperfect flowsheets, basing on the use of buildings machines without meeting the requirements of these processes, and it leads to the considerable increase of their labour intensiveness and economic accounts. The method of inspection of destructions of buildings and constructions is developed, basing on photographing of consequences of extraordinary event and electronic treatment of the got information. The flowsheets of sorting out of the destroyed buildings and constructions are developed with the use of building machines with a multipurpose equipment providing the increase of efficiency of implementation of works.

**Key words:** *technogenic failures, destructions of buildings and constructions, technological process*

**Проблема.** В Україні функціонують 17 тис. потенційно небезпечних об'єктів. Щороку реєструється 350 надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру [12]. Комунальна інфраструктура зношена більше ніж на 60 %, через що кількість аварій за останні 10 років зростає майже в 5 разів. Унаслідок надзвичайних ситуацій та подій щорічно гине понад п'ять тисяч людей. Матеріальні збитки, завдані надзвичайними ситуаціями за останні 11 років, оцінюються в суму понад 12 млрд гривень. За дії дією аварій, техногенних катастроф або стихійних лих будівлі та споруди руйнуються, під завалами перебувають потерпілі. Зараз розбирання завалів виконується різноманітною технікою, яка не

завжди відповідає вимогам рятувальних або відновлювальних робіт, тому ці роботи виконуються за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни та трудомісткість їх ведення. Отже, потрібне створення наукових основ проектування машин для термінового розбирання завалів та розробка технологічних схем їх використання.

**Аналіз публікацій.** Причинами техногенних катастроф та аварій є вибухи газу, пожежі, руйнування мереж водопостачання та каналізації. До стихійних лих належать землетруси, урагани, зсуви та повені [7]. Значні пошкодження різних будівель та споруд приносять воєнні дії (рис. 1, а). Залежно від джерела аварії або стихійного

лиха, їх потужності, часу дії та інших основних і другорядних чинників, руйнування споруд та будівель має імовірний характер [2; 5]. У той же час є визначені окремі закономірності їх руйнування [13]. Знання закономірностей цих руйнувань дозволить обґрунтовано та за короткий час спланувати, організувати та виконати роботи з розбирання завалів, збільшити імовірність урятування потерпілих та підвищити безпеку роботи рятувальників. Причина багатьох випадкових вибухів – неправильне користування газом. Особливо великі катастрофи через вибух газу сталися у Дніпропетровську, Євпаторії, Харкові, Миколаєві [6; 9]. Вибух газу у Дніпропетровську стався у підвалі та на всіх поверхах третьої секції 10-поверхової панельної чотирьохсекційної будівлі по вул. Мандриківська, 127 (рис. 1, б). Велика потужність вибуху спричинила руйнацію всіх поверхів та покрівлі третьої секції, значну деформацію поверхів та покрівлі четвертої секції, а також деформацію інших секцій [6].



а



б

Рис. 1. Зруйновані будівлі : а – у Луганську (2014 р.); б – у Дніпропетровську (2007 р.)

На початку робіт були проведені обстеження будівлі з метою виявлення потерпілих та визначення характеру руйнувань (рис. 2, а). Методи обстеження, які базуються на огляді об'єктів працівниками відповідних служб, небезпечні, малопродуктивні та вимагають значного часу. Потім виконувалося розбирання руйнувань (рис. 2, б) із використанням різноманітної техніки: кранів, екскаваторів, навантажувачів, автосамоскидів та механізованого інструменту.



а



б

Рис. 2. Етапи проведення робіт: а – пошук потерпілих та визначення характеру руйнувань; б – розбирання руйнувань

Наявна техніка передбачає послідовність проведення технологічних процесів розбирання руйнувань (рис. 3), коли для вилучення великих уламків застосовують крани або їх подрібнюють гідромолотами на екскаваторах, а решту уламків прибирають ковшами екскаваторів та навантажувачів.

Під час розбирання руйнувань почергово використовують вантажопідйомну техніку (крани з гаковою підвіскою або захватом) та екскаватори або навантажувачі з ковшем [1; 3; 4; 8]. Уламки із завалу навантажують у транспортні засоби або переміщують екскаватором Е у майданчики – відвали (склади) I - II та автокраном К у майданчики – відвали III – IV. Потім автокран К та екскаватор Е міняються місцями і розбирають решту завалу.

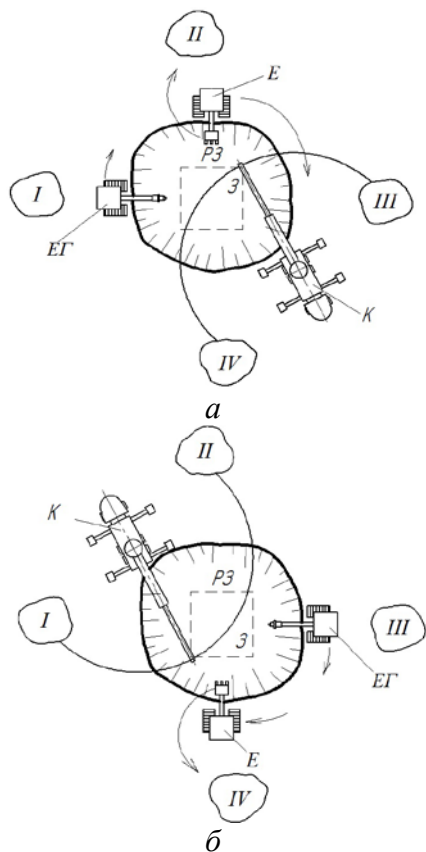


Рис. 3. Схема розстановки і переміщення під час розбиранні руйнувань будівлі традиційною технікою: а – початок; б – закінчення розбирання.

ЕГ – екскаватор з гідромолотом; Е – однокішневий екскаватор; К – автокран; I - IV – майданчики-відвали. Б – будівля; ЗБ – зруйнована будівля

Недоліками технологічної схеми розбирання завалів на рисунку 3 є необхідність заведення вручну строп та захвата автокрану під уламки - це не завжди можливо й небезпечно, а також необхідність використання ківшевих машин для розбирання дрібних уламків. Відсутні обґрунтовані організаційно-технологічні рішення з розстановки та взаємного переміщення машин на зруйнованому об'єкті, через що рятувальні або відно-

влювальні роботи виконуються за недосконалими технологічними схемами, а це збільшує терміни і трудомісткість їх ведення.

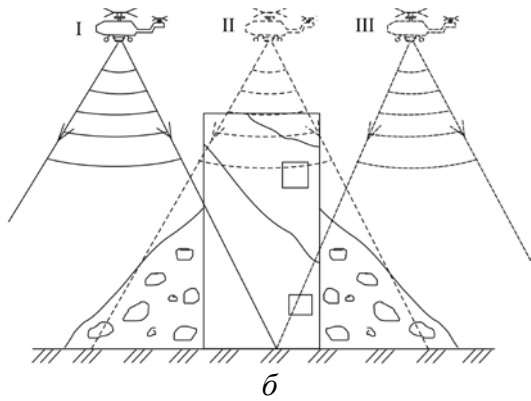
**Мета статті** - розроблення рішень з удосконалення технологічних процесів розбирання руйнувань будівель та споруд.

**Результати дослідження.** На всіх етапах ведення рятувальних і відновлювальних робіт важливим чинником є дані про розміри та масу уламків у завалах. Ці відомості отримували шляхом візуального обстеження руйнувань рятувальниками, інструментального виміру уламків, фото- та відеозйомкою об'єктів без її комп'ютерної обробки. Такі підходи до визначення параметрів уламків небезпечні для рятувальників (можливі обвалення елементів завалів або нестійких конструкцій частково зруйнованих об'єктів) і не мають продовження в питаннях розроблення організаційно-технологічних рекомендацій з ліквідації наслідків аварій.

Для прийняття обґрунтованих рішень з організації та проведення робіт із розбирання зруйнованих будівель і споруд пропонується проводити визначення параметрів уламків як у безпосередній близькості до завалів, так і практично на будь-якій відстані від них, шляхом електронної фіксації руйнувань та подальшої комп'ютерної обробки цих даних [10; 14]. Зйомка об'єктів (рис. 4) здійснюється супутниками або безпілотними літальними апаратами, в першу чергу квадрокоптерами. Встановлено кількісні параметри значних та обмежених руйнувань будівель від вибухів газу.



а



б

Рис. 4. Фотографування руйнувань:  
а – супутниками; б – схема; в – під час досліджень

У разі значних руйнувань їх загальний обсяг складає 28...32 %. У випадку обмежених руйнувань загальний обсяг складає 0,7...12,5 %. Залежно від структури руйнувань об'єктів для їх розробки вибираються типи машин та їх кількість [11].

Підвищити ефективність застосування техніки дозволяє конструкція робочого обладнання екскаваторів багатоцільового призначення, виконана у вигляді ковша з гідрокерованою щелепою [16]. Такий вид обладнання виконує різноманітні технологічні процеси (таблиця).

Використання машин із багатоцільовим робочим обладнанням дозволяє удосконалити організацію робіт розбирання руйнувань будівель та споруд (рис. 5).

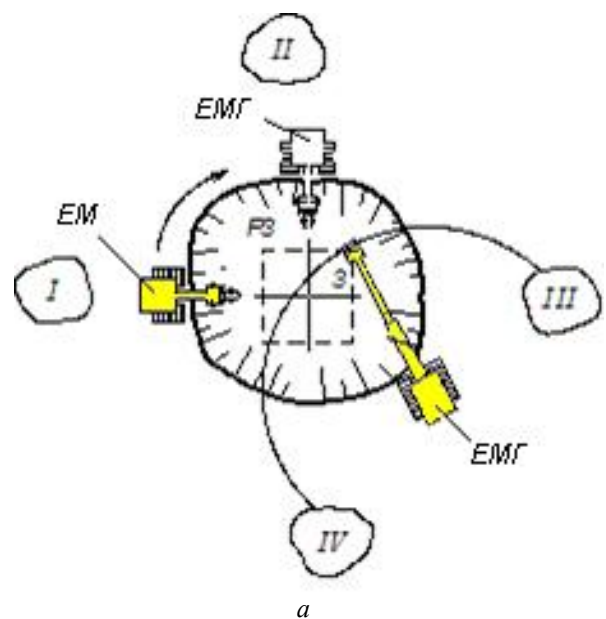
Основні переваги багатоцільового робочого обладнання такі: можливість розроблення уламків різного об'єму; відсутність необхідності у ручному заведенні канатів під будівельні елементи, що піднімаються; зменшення кількості спеціалізованих ма-

шин, особливо в обмежених умовах розбирання завалів.

Таблиця

Технологічні процеси, що виконуються багатоцільовим обладнанням

Технологічний процес	Схема роботи
Розроблення дрібних уламків	
Схоплення великих уламків	
Обвалення конструкцій	
Ремонт інженерних мереж	
Подрібнення великих уламків	
Завантаження уламків у транспорт	



а

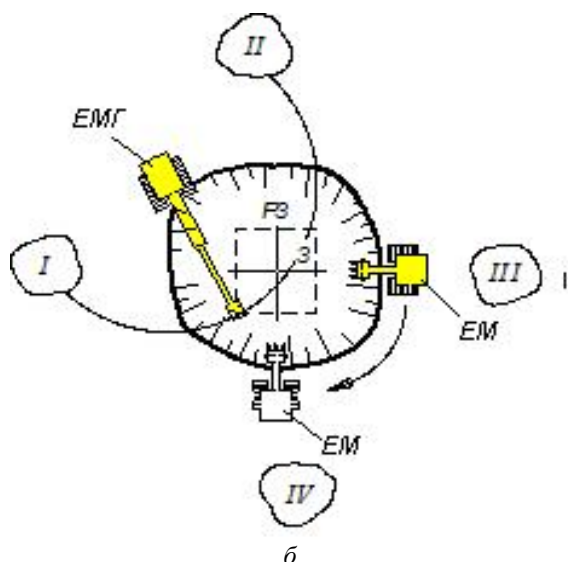


Рис. 5. Схема переміщення техніки під час розбирання руйнувань багатоцільовим обладнанням (БЦО): а – початок; б – закінчення розбирання. ЕМТ – БЦО з телескопічною стрілою; ЕМ – БЦО із щелепним ковшем; ЕГ – БЦО з гідромолотом; I - IV – майданчики-відвали. Б – будівля; ЗБ – зруйнована будівля

**Висновки.** 1. Аналіз робіт із розбирання зруйнованих будівель та споруд показує, що вони виконуються за недосконалими технологічними схемами, котрі базуються на використанні загальнобудівельних машин, котрі не відповідають вимогам цих процесів, це зумовлює значне збільшення їх трудомісткості та економічних витрат.

2. Розроблено методику обстеження руйнувань будівель та споруд, яка базується на фотофіксації наслідків надзвичайної події та комп'ютерній обробці отриманої інформації.

3. Розроблено технологічні схеми розбирання зруйнованих будівель та споруд із використанням будівельних машин з багатоцільовим обладнанням, що забезпечує підвищення ефективності виконання рятувальних та відновлювальних робіт.

### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бакин В. П. Снос поврежденных при землетрясениях зданий / В. Л. Бакин, Н. С. Батыгин // Механизация строительства. - 1989. - № 6. - С. 10-11.
2. Боровский Б. Техногенные аварии в системах газоснабжения и их предупреждение / Б. Боровский, Е. Лапина // Motrol. - 2009. - № 11А. - С. 120-122.
3. Гончаренко Д. Ф. 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. 42-44.
4. Казаков Б. Організація та проведення аварійно-рятувальних робіт на житлових будівлях і спорудах / Б. Казаков, Е. Чадов // Надзвичайна ситуація. - 2007. - № 6. - С. 44-49.
5. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. - Запорожье : Настрой, 2008. - 84 с.
6. Мірошніченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. - 2007. - № 10. - С. 8-15.
7. 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.
8. Тараканов Н. Д. Комплексная механизация спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ / Н. Д. Тараканов. - Москва : Энергоатомиздат, 1984. - 303 с.
9. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 1. - С. 8-15.
10. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный поход / Д. Форсайт, Ж. Понс ; пер. с англ. - Москва : Вильямс, 2004. - 928 с.
11. Хмара Л. А. Технологічні особливості розбирання завалів зруйнованих будівель / Л. А. Хмара, С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. - Дніпропетровськ, 2010. - № 7. - С. 42-52.
12. Цивільний захист - один з пріоритетів національної безпеки // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 2. - С. 34-38.
13. Чумак С. П. Метод оценки объемов отдельных видов аварийно-спасательных работ при их планировании и подготовке / С. П. Чумак // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях : науч. информ. сб. / ВИНТИ. - Москва, 2001. - Вып. 3. - С. 176-184.
14. Шатов С. В. Визначення параметрів уламків зруйнованих споруд та елементів будівель, які реконструюються / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. - Дніпропетровськ, 2011. - № 3. - С. 8-14.

## REFERENCES

1. Bakin V. P., Batygin N. S. *Snos povrezhdennykh pri zemletryaseniya kh zdaniy* [Demolition of buildings damaged by earthquakes]. *Mekhanizatsiya stroitel'stva*, - Mechanization Construction. 1989., no. 6, pp. 10 – 11. (in Russian).
2. Borovskiy B., Lapina E. *Tekhnogennye avarii v sistemakh gazosnabzheniya i ih preduprezhdenie* [Anthropogenic damage in the gas supply system and their prevention]. *Motrol*. 2009, no. 11A, pp. 120 – 122. (in Russian).
3. Goncharenko D. F. *Tekhnologiya demontazhnykh i stroitel'no-montazhnykh rabot pri vosstanovlenii chastichno razrushennogo zdaniya* [Technology demolition, construction and installation work when restoring partially destroyed building]. *Promyslove budivnitstvo ta inzhenerni sporudy* – Construction and engineering structures. 2013, no. 1. pp. 42 – 44. (in Russian).
4. Kazakov B., Chadov E. *Organizatsiya ta provedennia avariyno-riatuvalnykh robot na zhytlovykh budivliakh i sporudakh* [Organizing and conducting rescue operations in residential buildings and structures]. *Nadzvichajna situatsiya* – Emergency. 2007, no. 6, pp. 44 – 49 (in Ukrainian).
5. Markov A. I. *Avarii zdaniy i sooruzheniy* [Failure off buildings and constructions]. Zaporozh'e OOO “NASTROY”, 2008. 84 p. (in Russian).
6. Miroshnichenko M. *Vibukh gazu – “tse urok, yakiy povynna zasvoity derzhava”* [Explosion of gas is "a lesson should be learnt by the state"]. *Nadzvichajna situatsiya* – Emergency. 2007., no.10, pp. 8 – 15 .(in Ukrainian).
7. Berni D., Gilpin D., Kojn *Neukrotimaya planeta* [Unrestrained planet].Izd. Dom Riderz Daydzhest. 2008. 319 p. (in Russian).
8. Tarakanov N. D. *Kompleksnaya mekhanizatsiya spasatel'nykh i neotlozhnykh avariyno-vosstanovitel'nykh rabot* [Complex mechanization and rescue and emergency restoration works]. Moscow, Energoatomizdat, 1984. 303 p. (in Russian).
9. *Tragichniy vibukh u Evpatorii* [The tragic explosion in Yevpatoria]. *Nadzvichajna situatsiya* – Emergency, 2009, no. 1, pp. 8 – 15. (in Russian).
10. Forsajt D. *Kompyuternoe zrenie. Sovremennyj podkhod* [Computer vision. Modern approach]. .Moscow, Izdatel'skiy dom “Vil'yams“, 2004. 928 p. (in Russian).
11. Khmara L. A., Shatov S. V. *Tekhnologichni osoblivosti rozbirannya zavaliv zrujnovanikh budivel'* [Technological features demolition rubble of destroyed buildings]. *Visnik PDABA* – Bulletin of PSACEA. Dnipropetrovsk, PDABA, 2010, no. 7, pp. 42 – 52 (in Ukrainian).
12. *Tsyvilniy zakhyst – odyn z pryorytetiv natsional'noi bezpeky* [Civil protection one of the priorities of national security]. *Nadzvichajna situatsiya* – Emergency. 2009, no. 2, pp. 34 38. (in Ukrainian).
13. Chumak S. P. *Metod otsenki ob'emov otdel'nykh vidov avarijno-spasatel'nykh rabot pri ikh planirovanii i podgotovke* [Method of estimation of the volume of certain types of rescue operations in their planning and preparation]. *Problemy bezopasnosti pri chrezvychajnykh situatsiyakh* – Problems of safety in emergency situations. Moscow, VINITI, 2001 no. 3, pp. 176 – 184. (in Ukrainian).
14. Shatov S. V. *Viznachennya parametriv ulamkiv zrujnovanikh sporud ta elementiv budivel', yaki rekonstruyuyut'sya* [Characterization of debris of destroyed buildings and building elements to be reconstructed]. *Visnyk PDABA* – Bulletin of PSACEA. Dnepropetrovsk, PDABA, 2011, no. 3, pp. 8 – 14 (in Ukrainian).

*Стаття рекомендована до друку 09.04.2015 р. Рецензент : д. т. н., проф. А. І. Білоконь.*  
Надійшла до редколегії 23.04.2015 р. Прийнята до друку 28.04.2015 р.