

УДК 725:69.059.28

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОВРЕЖДЕННОГО ЖИЛОГО ДОМА В Г. ПАВЛОГРАД

ШАТОВ С. В.^{1*}, *д.т.н., доц.*,
ТЫТЮК А. А.², *к.т.н., доц.*,
ТЫТЮК А. А.³, *к.т.н.*,
УЛИТИНА М. Ю.⁴

^{1*} Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

^{2*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-10-65, e-mail: anatol-61@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4927-370X

³ Лаборатория исследования атомных и тепловых электростанций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-63, e-mail: tytiuk89@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4119-4089

⁴ Департамент науки и образования Харьковской областной государственной администрации, Харьков, Украина, тел. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

Аннотация. Цель. Выявление особенностей процесса разрушений верхних этажей и крыш зданий под действием взрыва бытового газа, которые являются исходными данными для разработки и проведения аварийно-ремонтных и восстановительных работ. **Методика.** Для определения количественных показателей повреждения жилого дома использовался подход анализа фотоинформации обследования его технического состояния. **Результаты и практическая значимость.** Проведенные исследования в жилом пятиэтажном четырехсекционном доме серии II-121-2 в г. Павлоград, получивший повреждения в результате взрыва газа и пожара в квартире на пятом этаже, показали, что наибольшие повреждения получили перекрытия и межквартирные стеновые панели пятого этажа, которые требуют демонтажа и замены на новые конструкции. Для выполнения этих работ требуются самоходные краны с телескопическим оборудованием.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, аварии, характер разрушений зданий

ОБСТЕЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПОШКОДЖЕНОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ У М. ПАВЛОГРАД

ШАТОВ С. В.^{1*}, *д.т.н., доц.*,
ТИТЮК А. А.², *к.т.н., доц.*,
ТИТЮК А. А.³, *к.т.н.*,
УЛІТИНА М. Ю.⁴

^{1*} Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

² Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-10-65, e-mail: anatol-61@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4927-370X

³ Лабораторія дослідження атомних та теплових електростанцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-63, e-mail: tytiuk89@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4119-4089

⁴ Департамент науки і освіти Харківської обласної державної адміністрації, Харків, Україна, тел. +38 (057) 705-03-14 e-mail: m_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

Анотація. Мета. Виявлення особливостей процесу руйнувань верхніх поверхів і дахів будівель під дією вибуху побутового газу, які є початковими даними для розробки та проведення аварійно-ремонтних і відновних робіт. **Методика.** Для визначення кількісних показників ушкодження житлового будинку використовувався підхід аналізу фотоінформації обстеження його технічного стану. **Результати та практична значимість.** Проведені дослідження в житловому п'ятиповерховому чотирихсекційному будинку серії II-121-2 в м. Павлоград, що отримав ушкодження в результаті вибуху газу і пожежі в квартирі на п'ятому поверсі, показали, що найбільші ушкодження отримали перекрытия і міжквартирні

стінові панелі п'ятого поверху, які вимагають демонтажу таї заміни на нові конструкції. Для виконання цих робіт потрібні самохідні крани з телескопічним обладнанням.

Ключові слова: надзвичайні ситуації, аварії, характер руйнувань будівель

INSPECTION OF THE TECHNICAL STATE OF THE DAMAGED DWELLING-HOUSE TO PAVLOGRAD

SHATOV S. V. ^{1*} *Dr. Sc. (Tech.), As. Prof.*,
TYTIUK A.A. ², *Cand. Sc. (Tech.), As. Prof.*,
TYTIUK A.A. ³, *Cand. Sc. (Tech.)*,
ULITINA M. Yu. ⁴

^{1*} 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 (056) 756-33-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

² Department of Reinforce-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-10-65, e-mail: anatol-61@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4927-370X

³ Laboratory of research of nuclear power and thermal plants, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47-02-63, e-mail: tytiuk89@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4119-4089

⁴ Department of science and education of Harkiv regional state administration, Harkiv, Ukraine, phone +38 (057) 705-03-14 e-mail: m_ulitina@ro.ru, ORCID ID: 0000-0001-9678-6842

Summary. Purpose. Exposure of features of process of destructions of overhead floors and roofs of building under the action of explosion of domestic gas, which are basic data for development and realization of under abnormal condition-repair and restoration works. **Methodology.** For determination of quantitative indexes of damage of dwelling-house taken approach analysis of photo information of inspection of his technical state. **Findings and practical value.** The conducted researches are in five storeyed foursectional dwelling-house of series of II-121-2 in Pavlograd, getting damages as a result of explosion of gas and fire in an apartment on a fifth floor, showed that most damages had got ceiling and междуквартирные wall panels of fifth floor, which require dismantling and substituting by new constructions. For implementation of these works self-propelled faucets are required with a telescopic equipment.

Key words: emergencies situations, failures, character of destructions of building

Проблема

Сооружения и здания могут быть разрушены или повреждены от действия техногенных катастроф, аварий и природных явлений. Авария происходит, если нарушается правильность: проектных решений и нормативных характеристик, изготовления заводских изделий, монтажа здания. В отдельных случаях здания получают повреждения в результате действия не одного какого-либо фактора, а суммарного их действия. Демонтаж поврежденных конструкций выполняется без учета характера разрушений объектов, в частности их верхних этажей и крыши. Поэтому определение характера разрушений верхних этажей зданий, сооружений и разработка технологических решений по их восстановлению является актуальной научно-технической проблемой.

Анализ публикаций

Причинами возникновения техногенных катастроф и аварий [1; 2], которые связаны с разрушением зданий и сооружений, являются:

- увеличение нагрузок на здания и сооружения сверх нормативных значений и проявление при их эксплуатации непредвиденных проектами влияний на конструкции [4; 5; 7];

- снижение в процессе эксплуатации характеристик на прочность элементов конструкций зданий и сооружений от действия разнообразных факторов: влаги, изменения температуры, механического износа и других [6; 8; 9];

- не качественные строительные и ремонтные работы, нарушения норм их выполнения, а также не своевременное выполнение ремонтов [3].

Аварии, связанные с увеличением нагрузок сверх нормативных значений, являются результатом накопления на кровле зданий и сооружений грузов, снега, пыли и влаги, не учтенных при проектировании. Примером такой аварии является обрушение крыши торгового центра в г. Риге. Обрушение крыши (погибло 54 человека) произошло от суммарного действия дополнительных нагрузок на кровлю и бокового давления со стороны новостройки.

К непредвиденным проектами влияниям техногенного характера на конструкции зданий и

сооружений следует отнести: взрывы, пожары. Во многих случайных взрывах причиной является неправильное пользование газом [4; 5; 7]. Крупные катастрофы из-за взрыва газа состоялись (рис. 1): в г. Днепр (2007 г.), в г. Евпатория (2008 г.), в г. Астрахань (2012 г.), а также с ограниченными

разрушениями: в 2009 году в г. Луганск, в 2012 году в г. Харьков, в 2014 году в г. Николаев и в 2016 году в г. Украинск (Донецкой обл.). В зависимости от параметров и направления взрыва, типа сооружений и их количества изменяется характер разрушений, структура завалов и условия выполнения работ.



а



б



в



г

Рис. 1. Поврежденные взрывами газа верхние этажи жилых домов:
а – г. Днепр (2007 г.); б – г. Николаев (2007 г.); в – г. Рязань (2016 г.); г – Украинск (Донецкой обл., 2016 г. /

*Damaged by the explosions of gas overhead floors of dwelling-houses:
а – is Dnepr (2007); б – is Mykolaiv (2007); в – is Ryazan (2016); г – is Ukrainsk (Donetsk region, 2016)*

Как показали проведенные исследования, наиболее многочисленными техногенными авариями в Украине, связанные с разрушением зданий и сооружений, являются взрывы газа. Исследованиями [10] установлен общий характер повреждений для крупных и локальных разрушений. Ранее рассмотренные локальные разрушения объектов были связаны с их проявлением на нижних и средних этажах, которые для одного и того же здания имеют подобную планировку и перечень строительных конструкций [11]. Локальные разрушения верхних этажей и крыш не были рассмотрены. Эти части строительных объектов имеют свою планировку и конструкцию, отличающиеся от остальных.

Цель

Целью исследования является выявления особенностей процесса разрушений верхних этажей и крыш зданий под действием взрыва бытового газа,

которые являются исходными данными для разработки и проведения аварийно-ремонтных и восстановительных работ.

Методика

Для определения количественных показателей повреждения жилого дома использовался подход анализа фотоинформации обследования его технического состояния.

Результаты исследования

В жилом пятиэтажном четырехсекционном доме серии П-121-2 по ул. Днепроvская, 569 города Павлоград (2016 г.) на последнем этаже второй секции произошел взрыв газа и пожар (рис. 2, а). Разрушены и повреждены конструкции стен, перекрытия нескольких квартир, а также крыши.

Проведенные исследования второй секции здания показало следующее. В кровле крыши образовалась

трещина (рис. 2, в). Разрушены плиты перекрытия над пятым этажом (рис. 2, б), а в плитах перекрытия над четвертым этажом имеются трещины. Смещена по горизонтали наружная стеновая панель пятого этажа (рис. 2, г). Имеются трещины в стыках между

наружными и внутренними стеновыми панелями пятого этажа, а также трещины в стыках между стеновыми панелями пятого этажа и плитах перекрытия. Разрушены и обрушены внутренние стеновые панели на пятом этаже.



а



б



в



г

Рис. 2. Последствия взрыва в пятиэтажном доме в г. Павлоград (2016 г.):

а – вторая секция; б – разрушенное перекрытие пятого этажа; в – трещина в крыше; г – разрушение стеновой панели

Consequences of explosion in five storeyed house in Pavlograd (2016):

a – is the second section; б – is the destroyed ceiling of five floor; в – is a crack in a roof; г – is destruction of a wall panel

Показатели разрушений строительных объектов и их составных частей определяются следующим образом.

1. Общий объем разрушений V_p здания, объемы разрушений этажей $V_{pэ}$ и крыши $V_{рк}$ определялись анализом фотоинформации аварии и проекта объекта [10], что дает количественный характер разрушений в отличие от традиционно применяемых подходов.

2. Общий объем разрушений k_p (в частях) здания, объемы разрушений этажей $k_{pэ}$ и крыши $k_{рк}$ рассчитывались, как отношение объемов соответствующих разрушений к объему V_o строительных элементов не разрушенного объекта:

$$k_p = \frac{V_p}{V_o} \cdot 100\% ; \quad (1)$$

$$k_{pэ} = \frac{V_{pэ}}{V_o} \cdot 100\% ; \quad (2)$$

$$k_{рк} = \frac{V_{рк}}{V_o} \cdot 100\% , \quad (3)$$

где V_p – общий объем разрушений V_p здания;
 V_o – объем элементов не разрушенного объекта;
 $V_{pэ}$, $V_{рк}$ – объем разрушений этажей и крыши.

3. Фракционный состав обломков и поврежденных конструкций $K_{\phi i}$ - это распределение их числа по объему каждого элемента $V_{об i}$ или по его массе $G_{об i}$. Фракционный состав обломков и поврежденных конструкций определялся анализом фотоинформации аварии. Как показывают раннее проведенные исследования [10] и исходя из технических характеристик средств механизации, выполняющих работы по ликвидации аварий

строительных объектов, распределение числа обломков и поврежденных конструкций целесообразно представлять в соответствии с данными таблицы 1. Получены математические модели распределения обломков и поврежденных конструкций верхней части, крыши, верхнего этажа дома по их объемам в закодированном и поименованном виде, которые приведены в таблице 2.

Таблица 1

Распределение обломков и поврежденных конструкций двух секций дома по их объему и массе / Distribution of wreckages and damaged constructions of two sections of house on their volume and mass

Строительная часть здания	Объем/масса элементов ($V_{об i} / G_{об i}$)			
	больше 0,8 м ³ больше 1,7 т	0,5...0,8 м ³ 1,1...1,7 т	0,1...0,5 м ³ 0,22...1,1 т	меньше 0,1 м ³ меньше 0,22 т
Крыша	16,2*	-	-	-
Верхний 5-й этаж	29,8	37,8	10,8	5,4
Верхняя часть дома	46,0	37,8	10,8	5,4

Примечание: *($K_{\phi i}$) в %.

Таблица 2

Математические модели распределения обломков и поврежденных конструкций двух секций / Mathematical models of distribution of wreckages and damaged constructions of two sections

Часть здания	В закодированном виде	В поименованном виде	Дисперсия
Верхняя часть	$y = 0,50 \cdot x$	$y = 0,50 \cdot x$	0,026
Верхний этаж	$y = 0,50 \cdot x$	$y = 0,50 \cdot x$	0,131

Графическая интерпретация результатов приведена на рисунке 3. Так как строительные конструкции крыши имели трещины в двух утепляющих панелях, то фракционный состав их повреждений был однородный (объем элементов более 0,8 м³) и зависимость $K_{\phi k3}$ на рисунке 3 не показана.

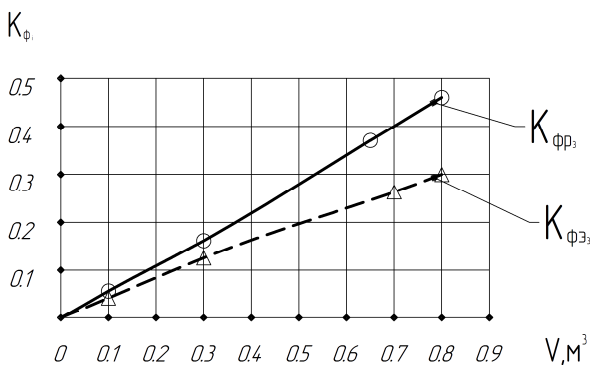


Рис. 3. Распределение поврежденных конструкций:
 $K_{\phi3}$ – всего; $K_{\phi3}$ – разрушений верхнего этажа /

Distribution of the damaged constructions:
 $K_{\phi3}$ – all; $K_{\phi3}$ – destructions of overhead floor

Для двух секций дома серии П-121-2 по ул. Днепроvская, 569 г. Павлоград повреждения

верхней части дома составили 46 %, из них: крыши – 16,2 %; верхнего этажа – 29,8 %. Наибольшие повреждения получили перекрытия и междуквартирные стеновые панели пятого этажа, которые требуют демонтажа и замены на новые конструкции. Для выполнения этих работ в качестве средств механизации требуются самоходные краны с телескопическим оборудованием.

Выводы

1. Наиболее частыми причинами повреждений и разрушений зданий являются увеличение нагрузок сверх нормативных от действия разнообразных факторов, в частности от взрывов бытового газа.

2. Проведенные исследования в жилом пятиэтажном четырехсекционном доме серии П-121-2 по ул. Днепроvская, 569 г. Павлоград, получивший повреждения в результате взрыва газа и пожара в квартире на пятом этаже, показали, что разрушения распространились на две его средние секции. Повреждения верхней части дома составили 46 %, из них: крыши – 16,2 %; верхнего этажа – 29,8 %.

3. Наибольшие повреждения получили перекрытия и междуквартирные стеновые панели пятого этажа, которые требуют демонтажа и замены на новые конструкции. Для выполнения этих работ требуются самоходные краны с телескопическим оборудованием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : ДБН В.2.2-9-2009. – [Чинні з 01.07.2010 р.]. – Видання офіц. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 51 с.
2. 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.
3. Марков А. И. Аварии зданий и сооружений / А. И. Марков, М. А. Маркова. – Запорожье : Настрой, 2008. – 84 с.
4. Мірошніченко М. Вибух газу – “це урок, який повинна засвоїти держава” / М. Мірошніченко // Надзвичайна ситуація. – 2007. - № 10. – С. 8–15.
5. Охрана труда в строительстве : учебник для студ. вузов / А. С. Беликов, В. В. Сафонов, П. Н. Нажа, В. Г. Чалый, Н. Ю. Шлыков, В. А. Шаломов, С. Ю. Рагимов ; под общ. ред. А. С. Беликова ; Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры. – Киев : Основа, 2014. – 592 с.
6. Сендеров Б. В. Аварии жилых зданий / Б. В. Сендеров. – Москва : Стройиздат, 1991. – 216 с.
7. Трагічний вибух у Євпаторії // Надзвичайна ситуація. - 2009. - № 1. – С. 8–15.
8. О некоторых уроках аварий / А. С. Файвусович, Л. Л. Михеева, О. А. Черных, В. П. Матвеев // Будівельні конструкції / Держ. н.-д. ін-т буд. конструкцій. – Київ, 1999. – Вип. 51 : Аварії на будівлях і спорудах. Друга Всеукраїнська наук.-техн. конференція, 8-9 грудня 1999 р. – С. 54-59.
9. Хэммонд Р. Аварии зданий и сооружений. Причины и уроки аварий современных сооружений различных типов : пер. с англ. / Р. Хэммонд ; пер. В. К. Житомирский ; ред. А. Е. Денисов. – Москва : Госстройиздат, 1960. – 187 с.
10. 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.
11. Шатов С. В. Организационно-технологические решения начальных этапов разборки завалов разрушенных зданий / С. В. Шатов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2011. - № 8. – С. 7–13.

REFERENCES

1. *Budynky i sporudy. Gromadski budynky ta sporudy* [Buildings and constructions. Public buildings and structures.]. *Osnovni polozhennia: DBN V.2.2-9-2009, chynni z 01.07.2010 r.* [Basic regulations: The State Buildings Codes B.2.2-9-2009, dated on 01.07.2010]. Kyiv, 2009, 51 p. (in Ukrainian).
2. *Bezpeka u nadzvychainykh sytuatsiakh. Tekhnogenni nadzvichaini sytuatsii. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat: DSTU 4933:2008, chynnyi vid 2008-07-01* [Safety in emergency situations. Technogenic emergency situations. Terms and definitions of basic concepts: The State Standards of Ukraine 4933: 2008, dated on 2008-07-01]. Kyiv, 2008, 38 p. (in Ukrainian).
3. Markov A.I. and Markova M.A. *Avarii zdaniy i sooruzhenij* [Damages of buildings and constructions]. Zaporozh'e: Nastroj, 2008, 84 p. (in Russian).
4. Miroshnichenko M. *Vybukh gazu - "tse urok, yakyi povynna zasvoity derzhava"* [Explosion of gas is "a lesson that should be learnt by the state"]. *Nadzvychajna sytuatsiia* [Emergency]. 2007, no. 10, pp. 8–15. (in Ukrainian).
5. Belikov A.S., Safonov V.V., Nazha P.N., Chalij V.G., Shlykov N.Yu., Shalomov V.A. and Ragimov S.Yu. *Oxрана труда v stroitel'stve* [Work safety in construction]. Pridnepr. gos. akademiya str-va i arkhitektury [Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Kiev: Osнова, 2014, 592 p. (in Russian).
6. Senderov B.V. *Avarii zhilyx zdaniy* [Residential buildings accidents]. Moskva: Strojizdat, 1991, 216 p. (in Russian).
7. *Trahichnyi vybukh u Yevpatorii* [The tragic explosion in Yevpatoria]. *Nadzvychajna sytuatsiia* [Emergency], 2009, no 1, pp. 8-15. (in Russian).
8. Fajvusovich A.S., Mixeeva L.L., Chernyx O.A. and Matveev V.P. *O nekotoryx urokax avarij* [About some accident lessons]. *Budivelni konstruksii* [Buildings construction]. *Avarii na budivliakh i sporudakh. Druha Vseukrainska nauk.-tekhn. konferentsiia, 8-9 grudnia 1999 r.* [Accidents on buildings and structures. The second All-Ukrainian scientific and technical conference, December 8-9, 1999.]. Derzh. n.-d. in-t bud. Konstruksii [The State Scientific-Research Institute of Building Constructions]. Kyiv, 1999, iss. 51, pp. 54–59. (in Russian).
9. Hemmond R. *Avarii zdaniy i sooruzhenij. Prichiny i uroki avarij sovremennyx sooruzhenij razlichnykh tipov* [Accidents of buildings and structures. Causes and lessons of modern structures accidents of various types]. Moskva: Gosstrojizdat, 1960, 187 p. (in Russian).
10. Shatov S.V. *Vyznachennia parametriv ulamkiv zruinovanykh sporud ta elementiv budivel, yakі rekonstruiuvatsia* [Determination of scantling parameters of destroyed structures and building elements, which are reconstructed]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 3, pp. 8–14. (in Ukrainian).
11. Shatov S.V. *Organizacionno-tekhnologicheskie resheniya nachal'nyx etapov razborki zavalov razrushennyx zdaniy* [Organizational and technological solutions of the initial stages of the rubble dissolution of destroyed buildings]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2011, no. 8, pp. 7–13. (in Russian).

Стаття рекомендована до друку 10.04.2017 р. Рецензент: д-р т. н., проф. Білоконь А.І.

Надійшла до редколегії: 18.04.2017 р. Прийнята до друку: 20.04.2017 р.