

АРХІТЕКТУРА

УДК 728.536:625.712.14

ОСОБЛИВОСТІ ЗВЕДЕННЯ ШВИДКОСПОРУДЖУВАНИХ МАЛОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ БЛОК-МОДУЛІВ В УКРАЇНІ

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.^{1*}, к. т. н., доц.,

ДЬЯЧЕНКО О. С.^{2*}, асп.,

МАЛАШЕНКО А. С.³, студ.

^{1*} Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел.+38 (056)756-33-65, e-mail:olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail:arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID:0000-0002-2591-3277

³ Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, e-mail:olya.riznichenko2011@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0001-9169-6602

Анотація. Постановка проблеми. На будівельному ринку України з'являються нові матеріали, сучасні технології, що дозволяють у більшості випадків значно скоротити час зведення високоякісних будівель. Індустріальне малоповерхове будівництво набирає свої оберти у зв'язку з низкою проблем, що виникли в Україні: розвитком будівництва в замських зонах; необхідністю зведення будівель в зонах бойових дій в найкоротші строки і мінімальною вартістю; зведення постів дорожньо-патрульних служб. **Мета статті** – аналіз застосування швидкоспоруджуваних модульних систем, технології будівництва із блок-модулів індустріального виготовлення, які забезпечують скорочення трудовитрат і строків виконання будівельних робіт із метою розвитку будівництва малоповерхових будівель в Україні. **Висновок.** Проведено аналіз будівництва малоповерхових будівель із блок-модулів, на основі якого можна визначити ряд переваг над капітальним будівництвом: надшвидкий монтаж-демонтаж конструкцій та темпи будівництва; універсальність блок-модулів і можливість перепрофілювання, розширення модульної будівлі; економічна вигода.

Ключові слова: будівництво, малоповерхові будівлі, блок-модуль, модульна будівля, швидкоспоруджувані будівлі

ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ БЛОК-МОДУЛЕЙ В УКРАИНЕ

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.^{1*}, к. т. н., доц.,

ДЬЯЧЕНКО О. С.^{2*}, асп.,

МАЛАШЕНКО А. С.³, студ.

^{1*} Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул.Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056)756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул.Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056)756-33-32, e-mail:arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID:0000-0002-2591-3277

³ Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул.Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail:olya.riznichenko2011@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0001-9169-6602

Аннотация. Постановка проблемы. На строительном рынке Украины появляются новые материалы, современные технологии, позволяющие в большинстве случаев значительно сократить время возведения высококачественных зданий. Индустиальное малоэтажное строительство набирает свои обороты в связи с рядом проблем, возникших в Украине: развитием строительства в загородных зонах; необходимостью возведения зданий в зонах боевых действий в кратчайшие сроки и минимальной стоимости; возведения постов дорожно-патрульных служб. **Цель статьи** – анализ применения быстровозводимых модульных систем, технологии строительства из блок-модулей индустиального изготовления, обеспечивающих сокращение трудовых затрат и сроков выполнения строительных работ с целью развития строительства малоэтажных зданий в Украине. **Вывод.** Проведен анализ строительства малоэтажных зданий из блок-модулей, на основе которого можно определить ряд преимуществ над капитальным строительством: сверхбыстрый монтаж-демонтаж конструкций и темпы строительства; универсальность блок-модулей и возможность перепрофилирования, расширение модульного здания; экономическая выгода.

Ключевые слова: строительство, малоэтажные здания, блок-модуль, модульное здание, быстровозводимые здания

BASIC FEATURES OF PREFABRICATED CONSTRUCTION LOW-RISE BUILDINGS OF THE BLOCK-MODULES IN UKRAINE

DYACHENKO L. Y.^{1*}, *Cand. Sc. (Tech.), Ass.Prof.*,

DYACHENKO O. S.^{2*}, *Asist.*,

MALASHENKO A. S.³, *stud.*

^{1*} Department of Planning and Organization of Production, State Higher Education Establishment «Pridneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (056)756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Department of Architecture, State Higher Education Establishment «Pridneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID:0000-0002-2591-3277

³ State Higher Education Establishment «Pridneprovs'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, e-mail: olya.riznichenko2011@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0001-9169-6602

Summary. Raising of problem. In the construction market of Ukraine, there appear new materials and technology, which allow significant reduce the time of construction saving high quality of the buildings. Industrial low-rise construction is raising in connection with a number of problems that have arisen in Ukraine: development of construction in suburban areas; the need for the construction in areas of combat operations in the shortest possible time and at minimum cost; of construction information of traffic police officers posts. **The purpose of the article is** analysis of the use of prefabricated modular systems, construction technology of the block-modules of industrial manufacturing, ensuring the reduction of labor costs and timing of construction works in order to promote the construction of low-rise buildings in Ukraine. **Conclusion.** The analysis of the construction of low-rise buildings of the block-modules was accomplished on the basis of which we can determine a number of advantages at the capital construction: extra-fast assembly-disassembly of structures and the pace of construction; universal nature of block-modules and the possibility of conversion and expansion of modular buildings; economic benefits.

Keywords: construction, low-rise building, block-modules, modular building, prefabricated buildings

Постановка проблеми. Індустріальне малоповерхове будівництво набирає свої оберти у зв'язку з низкою проблем, що виникли в Україні: розвитком будівництва в замських зонах, необхідністю зведення будівель у зонах бойових дій в найкоротші строки і мінімальною вартістю, зведення постів дорожньо-патрульних служб.

Також на даний час дуже мало будується готелів і мотелів з недорогими номерами, які володіють всім необхідним сервісом для коротких зупинок мандрівників або транзитних пасажирів в аеропортах і на вокзалах.

У зв'язку з цим в Україні актуальне зведення швидкоспоруджуваних малоповерхових будівель із блок-модулів контейнерного типу.

Для зведення малоповерхових будівель із блок-модулів не потрібно безлічі проектно-ї документації та погоджень на встановлення таких будівель, оскільки вони будуть кваліфікуватися як тимчасові і контейнерного типу, але з функціональним наповненням, відповідним капітальним будовам.

Всі вищезазначені актуальні проблемні питання можливо буде успішно вирішити шляхом будів-

ництва повнозбірних будівель високої заводської готовності модульного типу з поліпшеними теплотехнічними й експлуатаційними характеристиками

Мета статті – аналіз застосування швидкоспоруджуваних модульних систем, технології будівництва із блоків-модулів індустріального виготовлення, які забезпечують скорочення трудовитрат і строків виконання будівельних робіт із метою розвитку зведення малоповерхових будівель в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Переваги зведення швидкоспоруджуваних малоповерхових будівель із блоків-модулів перед будівництвом капітальних споруд очевидні. Головним чином, приваблює можливість створювати практично будь-які приміщення, швидкий монтаж у будь-який час року, їх мобільність при відносно низьких цінах.

Унікальна технологія модульного будівництва була розроблена в США понад півстоліття тому і від тоді постійно вдосконалюється і оптимізується, забезпечуючи ефективність і економічність будівництва.

У Сполучених Штатах Америки, за офіційною статистикою, обсяги модульного будівництва за останні 10 років зросли більше ніж удвічі. Головні причини цього – висока швидкість і економічність модульного виробництва.

Будівництво малоповерхових будівель із застосуванням модульної технології активно ведеться в Канаді (в тому числі і за Полярним колом), в Європі (особливо в Скандинавських країнах) і на інших континентах.

На відміну від старих методів, основна частина процесу модульного будівництва відбувається не просто неба, а в заводських умовах, у приміщенні, захищеному від впливу несприятливих кліматичних умов.

У нашій країні технологія модульного будівництва може широко застосовуватися для будівництва доступного житла в містах і сільській місцевості, для оперативного зведення зручних і недорогих будинків для переселенців, у місцях катастроф, для будівництва вахтових селищ, військових казарм тощо. Використовуючи універсальні конструкції, можна будувати комерційні та промислові об'єкти: мотелі, магазини, ресторани, офіси, склади, ангари та ін.

Задля досягнення означеної мети виконано такі завдання:

1. Досліджено закордонний та вітчизняний досвід застосування швидкосторуджуваних модульних систем.

2. Проведено пошук найбільш раціональних конструктивно-технологічних рішень, оснований на застосуванні швидкосторуджуваних блок-модулів повної заводської готовності.

3. Проаналізовано характеристики швидкосторуджуваних малоповерхових будівель із блок-модулів.

Виклад основного матеріалу. З огляду на актуальність проблеми досліджено застосування унікальної технології будівництва – технології швидкосторуджуваного модульного будівництва із блок-модулів контейнерного типу.

Швидкосторуджувані модульні готелі, мотелі та інші малоповерхові будівлі будуються зі збірних конструкцій і складаються з блок-модулів (або блок-контейнерів), які

служать базовим модулем для зведення всіх видів будівель (рис. 1 – 3).

Блок-модулі — це універсальні конструкції з міцного металевого каркаса та огорожувальних елементів, які мають закритий внутрішній простір невеликої площі, придатний для використання в побуті і промисловості [3].



Рис. 1. Швидкозведений модульний готель на 33 номери



Рис. 2. Офісна будівля з блок-модулів контейнерного типу



Рис. 3. Житловий будинок із блок-модулів

Відмінні особливості малоповерхових будівель, зведених за технологією модульного будівництва з блок-модулів для швидкосторудження готової будівлі [1; 2; 5; 8–11]:

1. Міцний металевий каркас і стіни із сендвіч-панелей з готовим внутрішнім та зовнішнім оздобленням швидкоспоруджуваних будівель дозволяє монтувати модульну малоповерхову будівлю до трьох поверхів.

2. Відсутність необхідності в стаціонарних фундаментах. Будівля може бути встановлена на будь-яку рівну площадку.

3. Невеликі габарити і вага блок-модуля в зібраному стані, що дозволяють перевозити кілька модулів звичайним вантажним автотранспортом.

4. Монтаж модульних швидкоспоруджуваних будівель і конструкцій може проводитись із мінімальним рівнем технічних навичок.

5. Можливість перенесення модульної будівлі без повного демонтажу (розбирання на окремі блок-модулі).

6. Зміна внутрішнього планування з додаванням або видаленням перегородок, вікон, дверей та іншого функціонального оснащення.

7. Необмежені можливості зовнішнього і внутрішнього оформлення.

8. Різні варіанти утеплення дозволяють експлуатувати мобільні будівлі навіть в умовах Крайньої Півночі.

Експлуатація універсальних блок-модулів швидкоспоруджуваних будівель можлива в широкому діапазоні температур (від -45 до $+45^{\circ}\text{C}$), практично в будь-яких кліматичних умовах. Температурні межі визначаються товщиною теплоізоляційного шару.

Розміри блок-модулів у різних виробників відрізняються, однак, у будь-якому випадку, для зручності транспортування блоки-контейнери виконуються в габаритах залізничного транспорту.

Стандартна довжина модуля 6–7 м, ширина – 2,5–3 м, висота – 2,5–3 м.

На бажання замовника завжди можливе виготовлення модулів нестандартних розмірів.

Вартість модульного будинку визначається виходячи з вартості одного квадратного метра та наявності додаткового

обладнання і багато в чому залежить від матеріалів, які застосовувалися.

Основнийносійний елемент блок-модуля – прямокутний високоміцний каркас, зазвичай зварений з металевих профілів. Він має вертикальні стійки й горизонтальні прогони для кріплення зовнішньої і внутрішньої обшивки, для встановлення вікон, дверей і внутрішніх перегородок. Металеві елементи каркаса для підвищення довговічності і надійності обробляються антикорозійним покриттям, а дерев'яні частини каркаса – вогнезахисною речовиною.

Огороджувальні конструкції або стіни блок-модулів можуть бути зроблені із збірних конструкцій, що виконуються прямо на готовому каркасі, чи з виготовлених на заводі сендвіч-панелей. Вибір утеплювача залежить від потреб і можливостей замовника.

Основні елементи утеплення та оздоблення стін – якісні та екологічно чисті будівельні матеріали: утеплювач (мінераловатна плита та пінополістирол), оздоблення (гіпсокартонні, OSB плити та супердифузійні мембрани), сендвіч-панелі (для будівництва промислових об'єктів) [10].

Зовнішня обробка стін може бути найрізноманітнішою — від фарбування спеціальним лаком чи фарбою до декоративних панелей з імітацією деревини, каменю або іншого матеріалу.

Для внутрішньої обробки швидкозведеної будівлі може використовуватися будь-який матеріал, призначений для цих цілей. На покриття підлоги – дошки, лінолеум, керамічна плитка, ламінат тощо, стелі можуть бути підвісні, рейкові або накладні. Стіни обшиваються вагонкою, панелями МДФ, рейкою ПВХ, можна використовувати гіпсокартон, обклеювати шпалерами.

Удвоверхових модульних будівлях устанавлюються сходи.

Для комфортного життя і роботи в модульних будівлях блок-модулі обладнуються всіма інженерними комунікаціями: електрикою, водопроводом, каналізацією та вентиляцією. Це може відбуватися або в заводських умовах у процесі виготовлення

блок-контейнерів, або безпосередньо на місці встановлення в момент складання. Як джерела опалення найчастіше використовуються масляні обігрівачі.

За комфортністю і наявністю необхідного обладнання модульні будівлі практично не відрізняються від звичайних капітальних будов.

Висновки. Основні переваги модульних малоповерхових будівель такі:

1. Малоповерхові будівлі, зведені за технологією швидко споруджуваного модульного будівництва з блоків-модулів контейнерного типу, за необхідності швидко складаються і не вимагають масштабних будівельних робіт.

2. Модульні конструкції можуть бути встановлені практично на будь-якій поверхні: на бетонних плитах, щелепному покритті або безпосередньо на ґрунті.

3. Можливість зміни поверховості та розширення швидкоспоруджуваної модульної малоповерхової будівлі у змінних умовах.

4. За необхідності швидкозведена малоповерхова будівля може бути перенесена на нове місце, що дозволяє заощадити час і фінанси інвесторів.

5. Експлуатація універсальних блокомодулів швидкоспоруджуваних будівель можлива в широкому діапазоні температур (від -45 до +45⁰С), практично в будь-яких кліматичних умовах. Температурні межі визначаються товщиною теплоізоляційного шару.

6. Зведення вищезазначених малоповерхових будівель із блок-модулів наразі вигідне інвесторам і підприємцям завдяки:

- створенню малобюджетних малоповерхових будівель і зон відпочинку;
- мінімальним термінам монтажу;
- універсальності блок-модулів і можливості перепрофілювання, розширення модульної будівлі;
- можливості перенесення будівель на інший майданчик і навіть в інший регіон із мінімальними витратами.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Адам Ф.-М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий (на примере фирмы "БУК" Германия) : автореф. дис. на соискание учен. степ. канд. техн. наук : спец. 05.23.08 „Технология и орг. стр-ва" / Адам Франк-Михаэль ; [С.-Петербур. гос. архитектур.-строит. ун-т.]. – Санкт-Петербург, 2001. – 21 с. : ил.
2. Адам Ф.-М. Техническая диагностика и мониторинг при строительстве и эксплуатации быстровозводимых модульных зданий с учетом критериев безопасности и качества : автореф. дис. на соискание учен. степ. д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 „Технология и орг. стр-ва" / Адам Франк-Михаэль ; [С.-Петербур. гос. архитектур.-строит. ун-т.]. – Санкт-Петербург, 2005. – 33 с. : ил.
3. Адам Ф.-М. Совершенствование технологии сооружения быстровозводимых блок-модульных зданий / Адам Ф.-М. // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2005. – № 7. – С. 15–16.
4. Теория и практика использования быстровозводимых зданий / [Асаул А. Н., Казаков Ю. Н., Быков В. Л., Князь И. П., Ерофеев П. Ю.]. – Санкт-Петербург : Гуманистика, 2004. – 472 с.
5. Технология возведения полносборных зданий / А. А. Афанасьев, С. Г. Арутюнов, И. А. Афонин, Ю. А. Вильман, Е. А. Король, Г. К. Соколов, А. М. Тауенис. – Москва : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2000. – 361 с. : ил.
6. Дорошенко Д. Каркасный дом по канадской технологии / Денис Дорошенко. – Санкт-Петербург : Питер, 2011. – 208 с. – (Современный домострой).
7. Самойлов В. С. Строительство каркасного дома / Самойлов В. С., Левадный В. С. – Москва : Аделант, 2009. – 352 с.
8. Бадьин Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Бадьин Г. М., Сычев С. А. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.
9. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. ДБН В.2.2-9-2009 / М-во регіон. розвитку, буд-ва та житлово-комунал. госп-ва України. – [Чинні з 2010–07–01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 47 с. – (Державні будівельні норми України).
10. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 / М-во регіон. розвитку, буд-ва та житлово-комунал. госп-ва України. – [На заміну СНиП II-3-79 ; чинні від 2007–04–01]. – Київ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
11. Теплова ізоляція будівель : зміна №1 до ДБН В.2.6-31:2006 від 1 липня 2013 року / М-во регіон. розвитку, буд-ва та житлово-комунал. госп-ва України. – Режим доступу:

http://www.niisk.com/files/teplova_izoljacija_budivel_ost_19_04_2013.pdf.

12. Anderson M. Prefab prototypes: Site-specific design for offsite construction / Anderson M., Anderson P. – New York : Princeton Architectural Press, 2007. – 64 p.
13. Knaack U. Prefabricated systems: Principles of construction / Knaack U., Chung-Klatte Sh., Hasselbach R. – Berlin : Walter De Gruyter, 2012. – 133 p.

REFERENCES

1. Adam F.M. *Sovershenstvovanie tehnologii stroitelstva modulnyh bystrovozvodimyh maloetaznyh zdaniy: na primere firmy "BUK" Germaniy* [The improving building technology of modular low-rise buildings: on example of the company "BUK" Germany] *Avtoref. dis. na soisk. uchen. step. k.t.n. Spec. 05.23.08* [Author's abstract of Cand. Sc. (Tech.) Dissert. 05.23.08]. Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, 2001, 21 p. (in Russian).
2. Adam F.M. *Tekhnicheskaya diagnostika i monitoring pri stroitelstve i ekspluatatsii bystrovozvodimyh modulnyh zdaniy s uchetom kriteriev bezopasnosti i kachestva* [Technical diagnostics and monitoring while construction and operation of prefabricated modular buildings accordingly the criteria of safety and quality] *Avtoref. dis. na soisk. uchen. step. d-ra tehn. nauk specialnost 05.23.08. Tehnologiya i org. str-va* [Author's abstract of Dr. Sc. (Tech.) Dissert. Technology and Organisation of construction]. Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, 2005, 33 p. (in Russian).
3. Adam F.M. *Sovershenstvovanie tehnologii sooruzheniya bystrovozvodimyh blok-modulnyh zdaniy* [Improving the construction technology of prefabricated block modular buildings]. *Montazhnye i specialnye raboty v stroitelstve* [Installation and special works in construction]. 2005, no. 7, pp. 15 – 16. (in Russian).
4. Asaul A.N., Kazakov Yu.N., Bykov V.L., Knyaz I.P. and Erofeev P.Yu. *Teoriya i praktika ispolzovaniya bystrovozvodimyh zdaniy* [Theory and practice of the prefabricated buildings use]. Sankt-Peterburg: Gumanistika, 2004, 472 p. (in Russian).
5. Afanasev A.A., Arutyunov S.G., Afonin I.A., Vilman Yu.A., Korol E.A., Sokolov G.K. and Tauenis A.M. *Tehnologiya vozvedeniya polnosbornykh zdaniy* [The technology of prefabricated buildings construction]. Moskva: Izd-vo Assoc. stroit. vuzov, 2000, 361 p. (in Russian).
6. Doroshenko D. *Karkasnyy dom po kanadskoy tehnologii* [The frame house on the Canadian technology]. Sankt-Peterburg: Piter, 2011, 208 p. (in Russian).
7. Samoylov V.S and Levadnyy V.S. *Stroitelstvo karkasnogo doma* [Construction of the frame house]. Moskva: Adelant, 2009, 352 p. (in Russian).
8. Badin G.M. and Sychev S.A. *Sovremennyye tehnologii stroitelstva i rekonstrukcii zdaniy* [The modern technology of buildings construction and reconstruction]. Sankt-Peterburg: BHV-Peterburg, 2013, 288 p. (in Russian).
9. *Budynky i sporudy. Hromads'ki budynky ta sporudy. Osnovni polozennja. DBN V.2.2-9-2009*. [Housing and Construction. Civil Housing and Construction. Main Regulations. State Building Code V.2.2-9-2009.]. On 2010-07-01, Kyjiv: Minrehionbud Ukrainy, 2009, 47 p. (in Ukrainian).
10. *Konstrukciji budynkiv i sporud. Teplova izoljacija budivel': DBN V.2.6-31:2006* [Housing and Construction Structures. Thermal Isulation of Buildings: Building code V.2.6-31:2006]. *Ministerstvo rehional'noho rozvytku, budivnyctva ta zhylovo-komunal'noho hospodarstva Ukrainy* [Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Municipal Services of Ukraine]. *Na zaminu SNyP II-3-79 ; chynni vid 2007-04-01* [On change of State Building Code II-3-79, on 2007-04-01]. Kyjiv, 2006, 65 p. (in Ukrainian).
11. *Teplova izoljacija budivel'. Zmina №1 do DBN V.2.6-31:2006 vid 1 lypnja 2013 roku* [Thermal Isulation of Buildings. Change №1 to State Building Code V.2.6-31:2006 on 2013-07-01]. Available at: http://www.niisk.com/files/teplova_izoljacija_budivel_ost_19_04_2013.pdf (in Ukrainian).
12. Anderson M. and Anderson P. *Prefab prototypes: Site-specific design for offsite construction*. New York: Princeton Architectural Press, 2007, 64 p.
13. Knaack U., Chung-Klatte Sh. and Hasselbach R. *Prefabricated systems: Principles of construction*. Berlin: Walter De Gruyter, 2012, 133 p.

Рецензент: к. т. н., проф. О. В. Челноков

Надійшла до редколегії: 07.10.2015 р. Прийнята до друку: 17.10.2015 р.