

УДК 69.032.22:658.51

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БУДІВНИЦТВА «ВВЕРХ – ВНИЗ» ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

ЗАЯЦЬ Є. І.^{1*}, *д. т. н., доц.*

^{1*} Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Анотація. *Постановка проблеми.* Сучасний рівень розвитку будівельних технологій підвищує актуальність вибору найбільш раціонального організаційно-технологічного рішення зведення висотних будівель. Виконання будівельних робіт пов'язане з багатьма умовами, які істотно ускладнюють їх виробництво, що, у свою чергу, може спричинити збільшення фактичних витрат підрядних організацій на виконання всього комплексу будівельних робіт. Процес зведення висотних будівель має специфічні відмінності, зокрема, в частині технології та організації будівельного виробництва, пов'язані з будівництвом в умовах функціонуючих структур великих міст та існуючої інфраструктури, врахування яких дозволить нейтралізувати або локалізувати негативний вплив дестабілізуючих чинників. Тому під час проектування організації висотного будівництва необхідно враховувати вплив різних дестабілізуючих чинників, що ускладнюють виробництво будівельно-монтажних робіт, та впроваджувати найбільш ефективні і сучасні методи будівництва. **Мета дослідження** – визначення особливостей та переваг застосування методу будівництва «вверх–вниз» під час зведення висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови. **Висновок.** Підвищення ефективності проектних рішень зведення висотних будівель та їх реалізації, а саме, скорочення тривалості та зниження вартості будівництва можливо досягти за рахунок застосування методу «вверх–вниз», що потребує більш високої організації праці, використання відповідної будівельної техніки, інвентаря та оснастки, більш жорстких вимог до охорони праці.

Ключові слова: висотна будівля, будівельно-монтажні роботи, організація будівництва, метод будівництва «вверх–вниз», вартість, тривалість

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА СТРОИТЕЛЬСТВА «ВВЕРХ – ВНИЗ» ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

ЗАЯЦЬ Е. И.^{1*}, *д. т. н., доц.*

^{1*} Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, 49600, Днепр, Украина, тел. +38 (0562) 756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Аннотация. *Постановка проблемы.* Современный уровень развития строительных технологий повышает актуальность выбора наиболее рационального организационно-технологического решения возведения высотных зданий. Строительные работы связаны со многими условиями, которые существенно усложняют их производство, что, в свою очередь, может привести к увеличению фактических затрат подрядных организаций на выполнение всего комплекса строительных работ. Процесс возведения высотных зданий имеет специфические отличия, а именно в части технологии и организации строительного производства, связанные со строительством в условиях функционирующих структур крупных городов и существующей инфраструктуры, учет которых позволит нейтрализовать или локализовать негативное влияние дестабилизирующих факторов. Поэтому при проектировании организации высотного строительства необходимо учитывать влияние разных дестабилизирующих факторов и внедрять наиболее эффективные и современные методы строительства. **Цель исследования** – определение особенностей и преимуществ применения метода строительства «вверх – вниз» при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки. **Вывод.** Повышения эффективности проектных решений возведения высотных зданий и их реализации, а именно, сокращения сроков и стоимости строительства, можно достичь за счет применения метода строительства «вверх – вниз», что требует более высокой организации труда, использования соответствующей строительной техники, инвентаря и оснастки, повышенных требований к охране труда.

Ключевые слова: высотное здание, строительно-монтажные работы, организация строительства, метод строительства «вверх – вниз», стоимость, продолжительность

FEATURES APPLICATION OF A CONSTRUCTION METHOD «UP – DOWN» IN THE HIGH-RISE BUILDINGS CONSTRUCTION

ZAIATS Y. I.^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

^{1*} Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24a, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38 (0562)756-33-66, e-mail: zei83dici@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

Summary. Formulation of the problem. The present level of construction technology development enhances the choice relevance of the most efficient organizational and technological solutions of high-rise buildings construction. Execution of construction works is associated with many conditions, which greatly complicate their production, which in turn can lead to an actual cost increase of contractors to perform the whole complex of construction works. The process of high-rise buildings construction has specific differences, especially in terms of construction technology and organization, construction-related in conditions of the functioning structures of large cities and the existing infrastructure, the account of which will neutralize or localize the negative impact of destabilizing factors. Therefore, the design of high-rise construction organizations need to consider the influence of various destabilizing factors and implement the most efficient and modern construction methods. **Goal.** Determination of features and advantages of the method "up - down" in high-rise buildings construction in dense urban areas. **Conclusion.** Improving of the design solutions efficiency of high-rise buildings construction and their implementation, especially, time and cost reducing of construction, can be achieved by applying the construction method of the "top - down", which requires a higher organization of labor, the use of appropriate construction machinery, equipping and instrumentation, high requirements for health and safety.

Keywords: *high-rise building, construction and installation work, organization of construction, the construction method of "up - down", cost, duration*

Постановка проблеми та її зв'язок із науковими і практичними завданнями. В сучасному розвитку великих міст мають місце тенденції переміщення підприємств за межі міст із подальшою забудовою звільнених територій та подальшого ущільнення існуючої міської забудови за рахунок зведення багатоповерхових та висотних будівель.

Це потребує розроблення та впровадження сучасних архітектурних, конструктивних та організаційно-технологічних рішень щодо раціональної організації будівельних робіт за умови мінімізації негативного впливу від виконання робіт на існуючу забудову [1; 2; 3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу проблем проектування та реалізації проектів висотних будівель присвячені праці Г. В. Бадеяна [4], Д. Ф. Гончаренка [6], Т. Г. Маклакової [10], В. І. Теличенка [14], В. І. Торкатюка [13] та інших науковців.

Пошуку раціональних організаційно-технологічних рішень будівництва та реконструкції об'єктів промислового та цивільного призначення присвячено праці О. А. Гусакова [5], В. М. Кірноса [8], Т. С. Кравчуновської [9], В. Р. Млодецького [11], В. О. Поколенка [12] тощо.

Як свідчать ці праці, пошук раціональних організаційно-технологічних рішень зведення висотних будівель залишається актуальною проблемою.

Мета статті – аналіз застосування методу будівництва «вверх–вниз» під час

зведення висотних будівель в умовах ущільненої міської забудови.

Виклад матеріалу. Розвиток цивільного і промислового будівництва в сучасних умовах щільної міської забудови великих міст і мегаполісів – актуальний напрям як для України, так і у світовому масштабі.

Вирішення цієї проблеми часто пов'язане зі зведенням будівель підвищеної поверховості з використанням підземного простору.

Необхідність використання підземного простору міст зумовлена такими факторами як нестача вільних територій в умовах історично сформованої забудови, так і вимоги розвитку міської інфраструктури. В сучасному світі підземний простір міст використовується не тільки для розміщення інженерних комунікацій та об'єктів транспортного будівництва, а також для спорудження комплексів громадсько-побутового призначення, багатоповерхових підземних гаражів і стоянок, підприємств торгівлі, приміщень заглиблених частин житлових та офісних будівель.

Зведення підземних і заглиблених міських об'єктів цивільного призначення влаштовується відкритим або напівзакритим способом у котлованах. При цьому щорічний обсяг таких об'єктів підземного будівництва в Україні і за кордоном невпинно зростає, зростає і масштаб реалізованих об'єктів будівництва.

У наші дні максимальна глибина котлованів, які проектуються в міських умовах, зазвичай не перевищує 15–25 м, а кількість підземних поверхів – п'яти–шести.

Однак специфіка історичної забудови міст індивідуальна і потребує розроблення нових конструктивних і технологічних рішень. Одним із таких рішень можна вважати технологію спорудження будівель методом «вверх–вниз».

В Європі та Америці технологія «вверх – вниз» («Top-Down») знайшла широке застосування. Це пояснюється тим, що цей спосіб дозволяє практично одночасно вести роботи з улаштування підземної і наземної частин будівлі, що відповідно пришвидшує терміни зведення будівель, в першу чергу висотних та підвищеної поверховості. Також важливо зазначити, що цей спосіб дозволяє мінімізувати деформації огорожувальних конструкцій і, відповідно, руйнування сусідніх будівель.

Особливість виконання робіт полягає в послідовному зведенні поверхів заглибленої частини з використанням попередньо влаштовуваних паль, які в міру відривання ґрунту об'єднуються системою монолітних перекриттів між собою та огорожувальною стінкою котловану. В подальшому палі виконують функції колон у поєднанні з

перекриттями. На період виконання робіт у перекриттях підземної частини будівлі передбачаються технологічні отвори для розробки ґрунту, подачі арматури, опалубних систем, бетонної суміші та ін.

Одночасно з улаштуванням перекриттів підземної частини зведення наземної частини монолітного каркаса здійснюється традиційним способом.

Враховуючи те, що тривалість улаштування підземної частини складає до 50 % від тривалості зведення наземної частини будинку, суміщення цих процесів зменшує загальні строки спорудження всього об'єкта [14].

Принципову схему застосування цього методу показано на рисунку 1.

У разі досягнення міцності перекриття над першим надземним поверхом не менше 70 % проектної міцності здійснюється монтаж самопідйомних кранів, розподільчої стріли бетононасоса та іншого вантажопідйомного обладнання, яке необхідне для організації безперервного технологічного процесу.

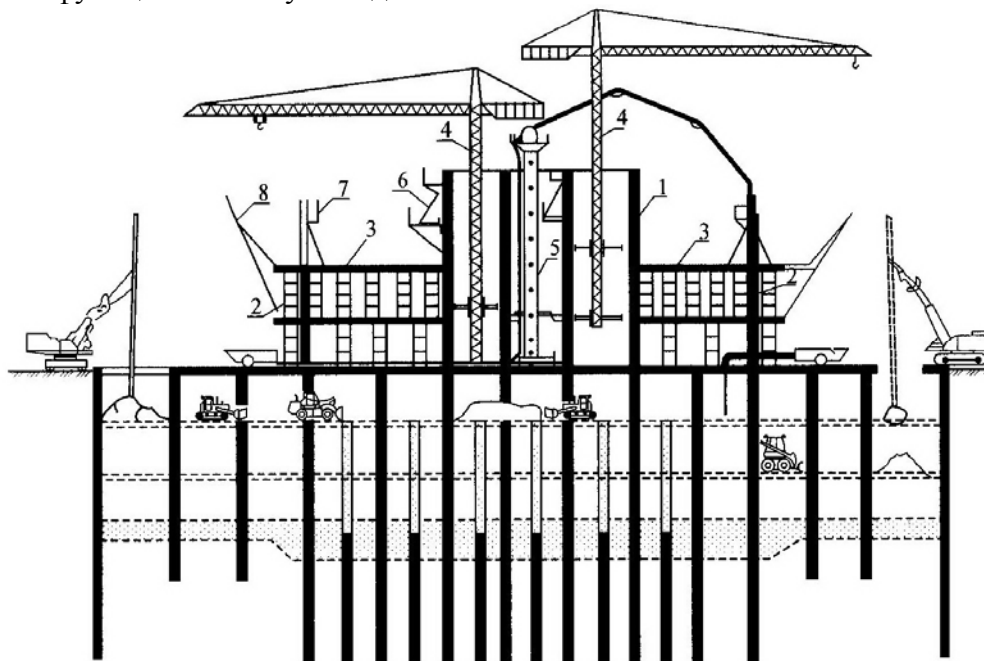


Рис.1. Технологічна схема зведення висотної будівлі методом «вверх–вниз»:

1 – ядро жорсткості; 2 – колони; 3 – міжповерхові перекриття; 4 – самопідйомні крани; 5 – розподільча стріла для подачі бетонної суміші; 6 – опалубка ядра жорсткості; 7 – опалубка колони; 8 – огороження

Ядро жорсткості зводиться із застосуванням щитової або самопідйомної опалубки. Процеси армування і бетонування здійснюються окремими технологічними

потокими шляхом розбивання на захватки із відповідними обсягами робіт та трудовитратами.

Зведення вертикальних і горизонтальних конструкцій (колон і плит перекриттів) здійснюється окремими технологічними потоками за допомогою спеціалізованих бригад робітників. Розбивання на захватки дозволяє сумішати процеси зведення вертикальних і горизонтальних конструкцій із оптимальною продуктивністю. При цьому інтенсивність улаштування зазначених елементів не повинна перевищувати швидкості зведення ядра жорсткості.

Для зведення ядра жорсткості, вертикальних і горизонтальних конструкцій розробляється проект виконання робіт і технологічні регламенти, які включають послідовність робіт, тривалість циклів, технологічний і інструментальний контроль набирання міцності бетону, геодезичне забезпечення точності зведення конструкцій та інші роботи [1].

До основних переваг технології «вверх–вниз» слід віднести:

- відсутність ґрунтових анкерів для забезпечення стійкості огорожувальних стін котловану;
- можливість улаштування котлованів різної глибини та конфігурації;
- зменшення впливу на навколишню забудову та залежності від інженерно-геологічних умов;
- можливість скорочення термінів будівництва.

Висновки

Будівництво об'єктів із розвиненою підземною частиною в стиснених умовах міського середовища супроводжується

вирішенням ряду складних геотехнічних проблем, у тому числі і пов'язаних із питаннями технології виробництва будівельних робіт і забезпеченням стійкості існуючої забудови. Однак можливості сучасних технологій і обладнання надають інженерам і будівельникам вибір доступних способів улаштування підземних і заглиблених споруд, таких як технологія «вверх – вниз», що добре зарекомендувала себе.

Застосування такої складної технології будівництва вимагає принципово іншої технології проектування. При цьому технологія будівництва стає первинною і диктує основні інженерні рішення, вимагає урахування зміни напружено-деформованого стану навколишнього ґрунтового масиву і зведених конструкцій на всіх основних стадіях виробництва робіт, а також стадії експлуатації.

Правильний і науково обґрунтований вибір видів і послідовності виконання технологічних операцій, методів улаштування огороження котловану, способів підсилення основ і фундаментів прилеглих будівель, науковий супровід ведення робіт дозволяють не тільки знизити до мінімуму можливість виникнення аварійних ситуацій у процесі будівництва та уникнути необґрунтованих додаткових деформацій будівель та інженерних споруд, розташованих у зоні впливу будівництва, а і знизити вартість будівельно-монтажних робіт та скоротити термін будівництва.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків : ДБН В.2.2-24–2009. – Уведено вперше ; чинні з 2009-09-01. – Київ : Мінбуд України, 2009. – 161 с. – (Державні будівельні норми).
2. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В.1.2-12-2008. – Введ. вперше ; чинні з 2009-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.
3. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – Вид. офіц. – [На заміну ДБН А.3-1-5-2009, чинний з 01.01.2017]. – Київ : М-во регіон. розвитку, буд-ва та житл.-комун. госп-ва України, 2016. – 51 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Бадеян Г. В. Технологические основы возведения монолитных железобетонных каркасов в высотном жилищном строительстве : дис. ... доктора техн. наук : 05.23.08 / Г. В. Бадеян ; Киев. нац. ун-т стр-ва и архитектуры. – Киев, 2000. – 409 с.
5. Гусаков А. А. Методы совершенствования организационно-технологической подготовки строительного производства / А. А. Гусаков, Н. И. Ильин. – Москва : Стройиздат, 1985. – 156 с.
6. Гончаренко Д. Ф. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий : монография / Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. ; под ред. Д. Ф. Гончаренко. – Киев : А+С, 2013. – 128 с.
7. Давыдов В. А. Научно-методологические принципы обоснования организационно-технологических решений реконструкции промышленных зданий : автореф. дис. : спец. 05.23.08 «Технология и организация

- промышленного и гражданского строительства» / В. А. Давыдов ; Ленинград. инж.-строит. ин-т. – Санкт-Петербург, 1992. – 60 с.
8. Кирнос В. М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятий : дис. ... доктора техн. наук : 05.23.08 / Кирнос Владимир Михайлович. – Харьков, 1994. – 351 с.
 9. Кравчуновська Т. С. Комплексна реконструкція житлової забудови: організаційно-технологічні аспекти : монографія / Т. С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – 230 с.
 10. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования : монография / Т. Г. Маклакова. – Москва : АСВ, 2008. – 160 с.
 11. Млодецкий В. Р. Управленческая реализуемость строительных проектов / В. Р. Млодецкий. – Днепропетровск : Наука і освіта, 2005. – 261 с.
 12. Новітні інформаційно-аналітичні моделі управління підготовкою будівництва на засадах девелопменту / В. О. Поколенко, Г. В. Лагутін, О. А. Тугай, П. М. Куліков, Н. О. Борисова, Д. О. Приходько, Ю. А. Чуприна, В. А. Скакун // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – 2010. – Вип. 1. – С. 39-42. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2010_1_9.
 13. Торкатюк В. И. Организационно-технологические решения в многоэтажном каркасном строительстве / В. И. Торкатюк. – Харьков : Вища шк., 1986. – 160 с.
 14. Управление программами и проектами возведения высотных зданий / В. И. Теличенко, Е. А. Король, П. Б. Каган, С. В. Комиссаров, С. Г. Арутюнов, А. А. Афанасьев. – Москва : АСВ, 2010. – 144 с.
 15. Проектирование современных высотных зданий / Сюй Пэйфу, Фу Сюси, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. – Москва : АСВ, 2008. – 469 с.
 16. Sidney L. Project management in construction / L. Sidney. – 6th Edition. – NewYork : McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

REFERENCES

1. Minbud Ukrainy. *Budynky i sporudy. Proektuvannia vysotnykh zhytlovykh i gromadskykh budynkiv: DBN V.2.2-24-2009* [Houses and buildings. Designing of high-rise residential and public buildings: SBC V.2.2-24:2009]. Kyiv, 2009, 161 p. (in Ukrainian).
2. Minregionbud Ukrainy. *Systema nadiinosti ta bezpeky v budivnytstvi. Budivnytstvo v umovakh ushchilненої забудови. Vymogy bezpeky: DBN V.1.2-12-2008* [Reliability and safety system in construction. Building in the compacted area. Safety requirements: SBC V.1.2-12-2008]. Kyiv, 2008, 36 p. (in Ukrainian).
3. M-vo region. rozvytku, bud-va ta zhytl.-komun. hosp-va Ukrainy. *Organizatsiia budivelnoho vyrobnytstva: DBN A.3.1-5:2016* [Organization of building production: SBC A.3.1-5-2016]. Kyiv, 2016, 51 p. (in Ukrainian).
4. Badeyan G.V. *Texnologicheskie osnovy vozvedeniya monolitnykh zhelezobetonnykh karkasov v vysotnom zhylyshchnom stroitel'stve: dis. doktora texn. nauk: 05.23.08* [Technological bases of monolithic concrete ossatures erection in a high-rise residential construction: dis. of Doctor of Technical Sciences: 05.23.08]. Kiev, 2000, 409 p. (in Russian).
5. Gusakov A.A. and Il'in N.I. *Metody sovershenstvovaniya organizacionno-texnologicheskoy podgotovki stroitel'nogo proyzvodstva* [Improving methods of organizational and technological preparation of building production]. Moskva: Strojizdat, 1985, 156 p. (in Russian).
6. Goncharenko D.F., Karpenko Yu.V. and Meersdorf E.Y. *Vozvedenie mnogoetazhnykh karkasno-monolitnykh zdaniy* [The construction of multi-storey frame-monolithic buildings]. Kiev: A+S, 2013, 128 p. (in Russian).
7. Davydov V.A. *Nauchno-metodologicheskie principy obosnovaniya organizacionno-texnologicheskikh resheniy rekonstrukcii promyshlennykh zdaniy: avtoref. dis.: 05.23.08* « [Scientific and methodological principles on the basis of organizational and technological decisions of reconstruction of industrial buildings. Author's abstract of dis.: 05.23.08]. Sankt-Peterburg, 1992, 60 p. (in Russian).
8. Kirnos V.M. *Nauchno-metodologicheskie osnovy organizacionno-texnologicheskogo regulirovaniya prodolzhytel'nosti i stoimosti rekonstrukcii romylennykh predpriyatij: dis. doktora texn. nauk: 05.23.08* [Scientific-methodological bases of organizational and technological regulation of the duration and cost of reconstruction of industrial enterprises: dis. of Doctor of Technical Sciences: 05.23.08]. Xar'kov, 1994, 351 p. (in Russian).
9. Kravchunovska T.S. *Kompleksna rekonstrukciia zhytlovoi zabudovy: organizaciino-tekhnologichni aspekty* [Complex reconstruction of residential development: organizational and technological aspects]. Dnipropetrovsk: Nauka i osvita, 2010, 230 p. (in Ukrainian).
10. Maklakova T.G. *Vysotnye zdaniya. Gradostroitel'nye i arxitekturno-konstruktivnye problemy proektirovaniya* [High-rise buildings. City planning, architectural and structural design problems]. Moskva: ASV, 2008, 160 p. (in Russian).
11. Mlodeckij V.R. *Upravlencheskaya realizuemost' strotiel'nyx projektov* [Managerial feasibility of building projects]. Dnepropetrovsk: Nauka i osvita, 2005, 261 p. (in Russian).
12. Pokolenko V.O, Lagutin G.V, Tugaj O.A., Kulikov P.M, Borysova N.O., Prykhodko D.O., Chupryna Yu.A. and Skakun V.A. *Novitni informatsiino-analitychni modeli upravlinnia pidgotovkoiu budivnytstva na zasadaх developmentu* [New information-analytical model of building preparation management on the principles of development]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Managing of the complex systems development]. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. 2010, iss. 1, pp. 39-42. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2010_1_9.

13. Torkatyuk V.I. *Organizacionno-texnologicheskie resheniya v mnogoetazhnom karkasnom stroitel'stve* [Organizational and technological solutions in a multi-storey frame construction]. Xar'kov: Vyshcha shk., 1986, 160 p. (in Russian).
14. Telichenko V.I., Korol' E.A., Kagan P.B., Komissarov S.V., Arutyunov S.G. and Afanas'ev A.A. *Upravlenie programmami i proektami vozvedennya vysotnyx zdaniy* [Programme and project management of high-rise buildings erection]. Moskva: ASV, 2010, 144 p. (in Russian).
15. Sjuj Pjejfu, Fu Sjusti, Van Cujkun' and Sjao Cunchzhjen'. *Proektirovanie sovremennyx vysotnyx zdaniy* [The design of modern high-rise buildings]. Moskva: ASV, 2008, 469 p. (in Russian).
16. Sidney L. *Project management in construction*. 6th Edition. NewYork: McGraw-Hill, 2006, 402 p.

Рецензент: Кравчуновська Т. С. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 10.12.2016 р. Прийнята до друку: 22.12.2016 р.