

УДК 69.051

*Григоровський П.Є., к.т.н.; Надточій М.І., к.т.н.; Молодід О.С., к.т.н., ДП НДІБВ, м. Київ*

## **ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ УЩІЛЬНЕНИХ УМОВ, СТВОРЕНИХ ІСНЮЮЧИМИ БУДІВЛЯМИ ТА СПОРУДАМИ, НА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ НОВОГО БУДІВНИЦТВА**

### **АНОТАЦІЯ**

У статті представлені результати досліджень зі встановлення залежностей техніко-економічних показників (вартість, тривалість, трудомісткість) нового будівництва від впливу існуючих будівель і споруд, що створюють ущільнені умови навколо плями забудови. Ущільнені умови навколо нового будівництва ускладнюють виконання будівельно-монтажних робіт, що впливає на його техніко-економічні показники. Теоретичними дослідженнями встановлено, що саме ущільненість від існуючих будівель та споруд має найбільший вплив на техніко-економічні показники нового будівництва. Зокрема, встановлено, що збільшення коефіцієнта ущільненості від існуючих будівель призводить до зростання вартості, тривалості та трудомісткості будівництва

Ключові слова: будівлі, споруди, ущільненість, техніко-економічні показники.

**Постановка проблеми.** За результатами аналізу науково-технічної літератури [1, 2, 3, 4] та раніше виконаних досліджень [5] встановлено, що зведення будівель в ущільнених умовах, що створені існуючими будівлями, інженерними мережами, насадженнями та іншим, призводить до підвищення техніко-економічних показників цього будівництва у порівнянні із новим будівництвом на вільній території. Також теоретичними дослідженнями було встановлено, що найбільший вплив на техніко-економічні показники нового будівництва створює ущільненість від існуючих будівель та споруд [6]. Про те, яким чином впливає визначений організаційно-технологічний чинник на техніко-економічні показники нового будівництва невідомо.

**Ціль статті.** Встановити вплив існуючих будівель і споруд, що створюють ущільнені умови навколо плями нового будівництва на його техніко-економічні показники.

**Виклад основного матеріалу.** Для досягнення поставленої мети було проаналізовано тридцять сім проектів розроблених на зведення житлових будівель в ущільнених умовах. В результаті чого встановлено, що ущільнені умови навколо нового будівництва ускладнюють виконання будівельно-монтажних робіт, що впливає на його техніко-економічні показники. Зокрема, будівництво в ущільнених умовах, що створені від існуючих будівель, передбачає збільшення грошових витрат, тривалості будівництва та трудомісткості у зв'язку з:

- обстеженням та моніторингом існуючих будівель та споруд, що потрапили в зону впливу будівництва;

- обладнанням баштового крану спеціальними датчиками, що обмежують виліт, кут повороту стріли та висоту підйому гака;

- контролем справності всіх механізмів не рідше 1 разу на 10 діб;

- наявністю більшої кількості транспорту для безперебійної поставки будівельних матеріалів на будівельний майданчик;

- наявністю автотранспорту для перевезення робітників до побутового містечка, що знаходиться за межами будівельного майданчика;

- орендою території для встановлення побутового містечка за межами будівельного майданчика;

- влаштуванням огорожень з козирком для безпечного переміщення людей;

- влаштуванням захисних елементів на віконних та дверних прорізах сусідніх будівель;

- рухом транспорту на території житлових будинків у супроводі сигнальника;

- перенесенням дитячих майданчиків та малих архітектурних форм.

Для того, щоб дослідити залежності вартості, тривалості та трудомісткості виконання будівельних робіт зі зведення надземної частини багатоповерхової житлової будівлі, було виконано планування експерименту, у якому почергово змінювали значення коефіцієнта організаційно-технологічного чинника, що створює ущільненість навколо нового будівництва. При цьому встановлено, що коефіцієнт ущільненості для будівель  $k_{ущ}$  Б, визначений за розробленою авторами методикою [7], може змінюватись від 0 до 0,7.

У відповідності до плану експерименту було запроєктовано п'ять будівельних генеральних планів на яких кількість будівель і споруд навколо плями будівництва зростала з  $k_{ущ} = 0$  до  $k_{ущ} = 0,7$  (табл. 1).

Для кожного із п'яти запроєктованих будівельних генеральних планів було виконано технологічні розрахунки та побудовані графіки виконання робіт. Щоб виконати технологічні розрахунки, в першу чергу, для кожного окремого запроєктованого генерального плану було визначено максимальний перелік та порядок виконання будівельних робіт. Зокрема, це такі роботи, як: обстеження та моніторинг прилеглих будівель і споруд; влаштування тимчасових під'їзних доріг; встановлення огорож; перенесення дитячих майданчиків, зон відпочинку, малих архітектурних форм; зрізування дерев, що потрапили в пляму забудови; влаштування побутового містечка; встановлення баштового крану; монтаж та демонтаж запобіжних огорожень віконних і дверних перерізів експлуатованих будівель, що потрапили у зону дії крану; влаштування зон складування; опалубні роботи; арматурні роботи; бетонні роботи; улаштування зовнішніх огорожувальних конструкцій; улаштування фасаду будинку, влаштування покрівлі.

Обсяги робіт для технологічних розрахунків обумовлені запроєктованими генеральними планами. Норми часу для встановлення трудомісткості виконання робіт визначено за встановленими та застосованими нормами часу із ДБН, ГН, ЕНиР та СНиП. На ті роботи, на які норми часу не були встановлені нормативною літературою, було проведено власний хронометраж з постановкою натурного експерименту [8, 9]. Склад виконавців прийнято з тієї ж літера-

тури, що й норма часу. Машини і механізми взято із запроєктованих генеральних планів.

Вартість будівельних матеріалів та виконання робіт визначено за допомогою нормативної літератури (ДБН, ГН, ЕНиР) та програмного комплексу АВК-5.

У технологічних розрахунках трудомісткість, вартість та тривалість будівельних робіт визначено за стандартними формулами, що відображені в навчальній літературі з технології та організації будівельних робіт [10].

Основні техніко-економічні показники будівництва (вартість, тривалість та трудомісткість) є результатами таблиць технологічних розрахунків та графіків виконання робіт і наведені в табл. 1.

За даними табл. 1 побудовано залежності вартості (рис. 1), тривалості (рис. 2) та трудомісткості (рис. 3) будівництва від коефіцієнта ущільненості існуючими будівлями.

Так, збільшення коефіцієнта ущільненості від існуючих будівель призводить до збільшення вартості будівництва (рис. 1) з 30,46 млн. у. о. при відсутності ущільнюючих умов до 32,9 млн. у. о. при 0,7 ущільненості, тобто вартість будівництва зростає на 2,44 млн. у. о., що становить 8,0 % порівняно з первинною вартістю будівництва. Загальна тенденція до зростання вартості будівництва при збільшенні кількості існуючих будівель навколо плями забудови в першу чергу, обумовлена збільшенням об'єму будівель, які потрібно обс-

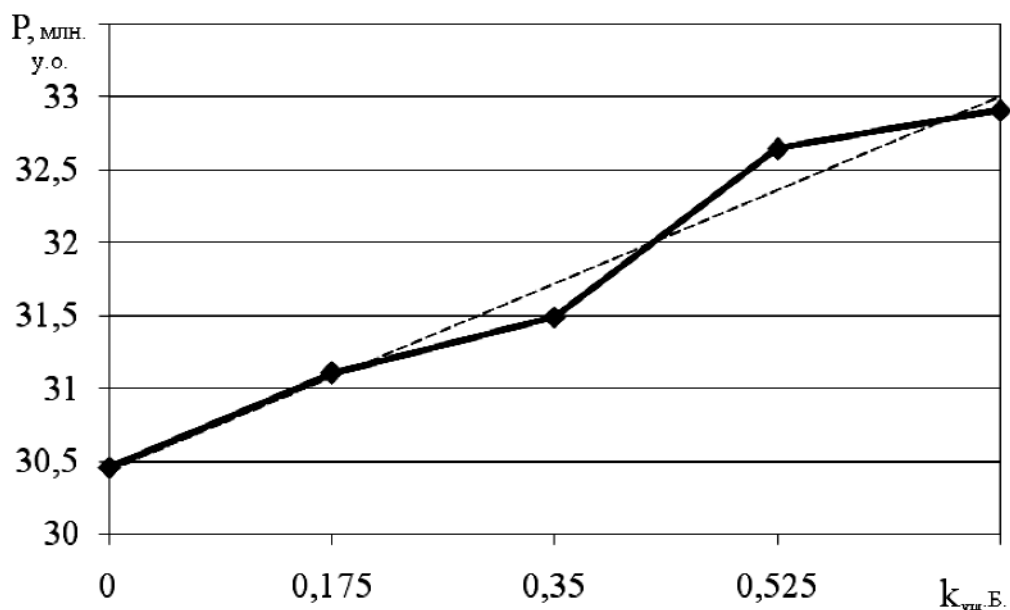


Рис. 1. Залежність вартості будівництва від коефіцієнта ущільненості створеного існуючими будівлями:

◆ — фактична залежність; - - - - лінія тренду

**Таблиця 1. Техніко-економічні показники будівництва при зміні коефіцієнта ущільненості організаційно-технологічного чинника будівлі і споруди**

№ п/п	Коефіцієнт ущільненості, куш.Б.	Техніко-економічні показники		
		вартість будівництва, млн. у. о.	тривалість будівництва, зміни	трудомісткість, люд.-зм.
1	0	30,46048639	585,0	8006
2	0,175	31,10751069	870,0	8730
3	0,35	31,49088333	885,0	8973
4	0,525	32,64443625	948,3	9179
5	0,7	32,90730617	986,4	9368

тежити до початку будівництва та виконанням їх моніторингу протягом всього терміну будівництва. Більш детальний аналіз залежності показує, що при збільшенні коефіцієнту ущільненості будівлями з 0 до 0,175, а потім до 0,35 спостерігається поступове зростання вартості будівництва з 30,46 до 31,1 і до 31,49 млн. у. о., що відповідно, складає 2,1 % та 1,25 %. Така динаміка пояснюється сталими організаційно-технологічними умовами виконання будівельних робіт при яких відбувається виключно збільшення площі існуючої забудови. Аналіз частини залежності, де коефіцієнт ущільненості збільшується з 0,35 до 0,525, вказує на зростання вартості будівництва з 31,49 до 32,64 млн. у. о., тобто на 1,15 млн. у. о., або на 3,65 %. Вартість виконання робіт при такому зростанні ущільненості збільшується більш стрімко, у порівнянні з будівництвом де коефіцієнт ущільненості ним становить 0,175 або 0,35. Така зміна може бути пояснена неможливістю організації складського господарства, передбаченого розрахунками та побутового містечка на території будівництва [11]. Одночасний вплив цих двох організаційних чинників створює передумови до більш стрімкого зростання вартості будівництва при коефіцієнті ущільненості 0,525, у порівнянні з 0,35.

При збільшенні коефіцієнта ущільненості з 0,525 до 0,7 вартість будівництва надземної частини 23-поверхового житлового будинку зростає з 32,64 до 32,90 млн. у. о., тобто на 0,26 млн. у. о., що рівне 0,79 %. Таке незначне збільшення вартості можна пояснити незмінними організаційно-технологічними умовами виконання будівельних робіт при коефіцієнті ущільненості від існуючих будівель, який складає 0,525 та 0,7.

Залежність вартості будівництва від ущільненості, створеної існуючими будівлями, зображену на рис. 1, апроксимовано та отримано лінійну залежність, яка виражається формулою (1):

$$P = 3,6746 \times k_{ущ.Б.} + 30,436, \quad (1)$$

де  $P$  – вартість будівництва, млн. у. о.;

$k_{ущ.Б.}$  – коефіцієнт ущільненості від існуючих будівель.

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) залежності (1) складає 0,966, що показує високу міру варіації вартості будівництва від коефіцієнта ущільненості будівлями. Коефіцієнт кореляції отриманої залежності ( $R$ ) рівний 0,983, відповідно між вартістю будівництва

( $P$ ) та коефіцієнтом ущільненості від існуючих будівель ( $k_{ущ.Б.}$ ) існує прямий лінійний зв'язок. Розрахункова формула (1) доводить факт збільшення вартості будівельних робіт при збільшенні ущільненості забудови за рахунок існуючих будівель ( $k_{ущ.Б.}$ ).

Графік залежності тривалості будівництва, який зображено на рис. 2, від коефіцієнта ущільненості створеного існуючими будівлями, вказує на те, що збільшення коефіцієнта ущільненості від існуючих будівель призводить до зростання тривалості будівництва.

Слід відмітити, що при визначенні тривалості будівництва в ущільнених умовах створених існуючими будівлями, було враховано раніше обумовлений [11] коефіцієнт, що збільшує тривалість будівельних робіт зі зменшенням складського господарства.

Таким чином, з отриманої залежності (рис. 2) видно, що зміна коефіцієнта ущільненості будівлями ( $k_{ущ.Б.}$ ) з 0 до 0,175 призводить до стрімкого зростання тривалості будівництва одного й того ж 23-поверхового житлового будинку, запроєктованого в різних умовах. Тривалість будівництва зростає з 585 до 870 діб, тобто на 285 діб, що складає 48,7 %. Таке різке зростання тривалості будівництва, в умовах, де коефіцієнт ущільненості від існуючих житлових будівель становить 0,175 у порівнянні з будівництвом, де ущільнюючі умови відсутні взагалі, можна пояснити в першу чергу тим, що виконання будівельних робіт поряд з існуючими житловими будинками можна організувати не більше як у дві зміни на добу, якщо ж житлові будинки навколо нового будівництва відсутні, то виконувати будівельні роботи можна у три зміни.

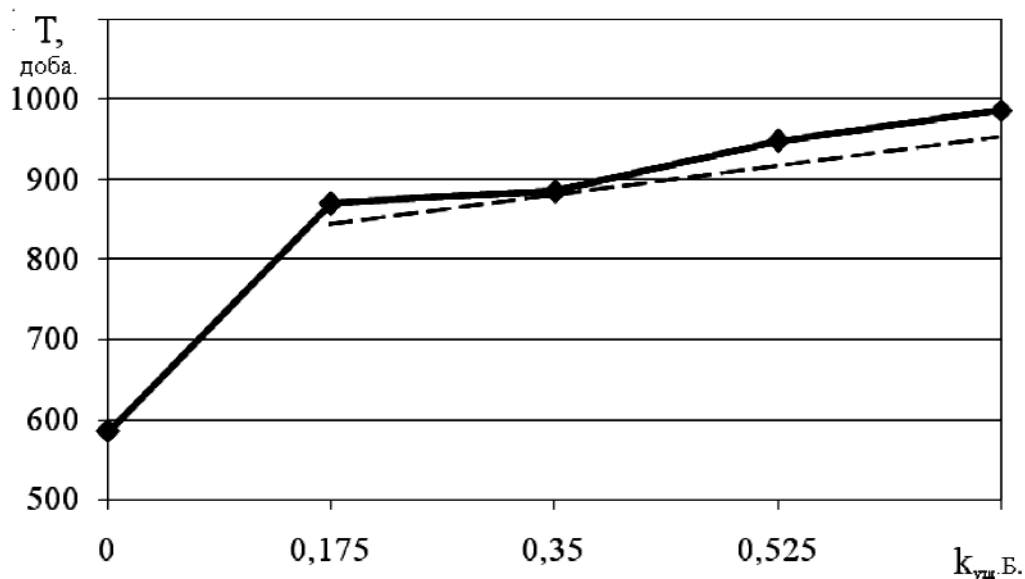


Рис. 2. Залежність тривалості будівництва від коефіцієнта ущільненості створеного існуючими будівлями:  
 ◆—◆ — фактична залежність; - - - - лінія тренду

Подальший аналіз розглядуваної залежності свідчить, що зміна коефіцієнта ущільненості з 0,175 до 0,7 призводить до збільшення тривалості будівництва з 870 до 986 діб, що становить різницю в 116 діб, або 13,3 %. При цьому, зростання на даній частині залежності відбувається повільно, а графіки фактичної залежності та лінії тренду практично співпадають, що говорить про наближення такої залежності до функціональної лінійного вигляду. Така ситуація легко може бути пояснена однаковими організаційно-технологічними умовами виконання будівельних робіт, де змінюється лише обсяг поруч розташованих існуючих будівель. Приріст тривалості будівництва в залежності від коефіцієнта ущільненості від будівель становить: 15 діб, або 1,72 % при зміні  $k_{уц.Б.}$  з 0,175 до 0,35, 63 доби, або 7,11 % при зміні  $k_{уц.Б.}$  з 0,35 до 0,525, 38 діб, або 4,0 % при  $k_{уц.Б.}$  з 0,525 до 0,7.

Частина залежності, яка відображає тривалість виконання будівельних робіт від зміни  $k_{уц.Б.}$  в однакових організаційних умовах, тобто  $k_{уц.Б.}$  змінюється в межах від 0,175 до 0,7, це будівництво у дві зміни на добу, було апроксимовано математичними методами та виражено формулою (2):

$$T = 235,74 \times k_{уц.Б.} + 819,3, \quad (2)$$

де  $T$  — тривалість будівництва, доба;

$k_{уц.Б.}$  — коефіцієнт ущільненості від існуючих будівель.

Оцінку ступеня апроксимації отриманої залежності здійснено за допомогою кореляційного

аналізу, через визначення коефіцієнтів детермінації ( $R^2$ ) та кореляції ( $R$ ). Розрахунок коефіцієнта кореляції виконано за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel для залежності (2) він складає  $R = 0,9771$ , тобто близький до одиниці. Це додатково доводить те, що отримана залежність близька до функціональної. Коефіцієнт детермінації залежності (3.5) склав  $R^2 = 0,9547$ , він показував міру варіації залежної змінної — тривалість будівництва від незалежної — коефіцієнта ущільненості від існуючих будівель.

При зростанні коефіцієнта ущільненості існуючими будівлями і спорудами трудомісткість будівництва має тенденцію до збільшення (табл. 1, рис. 3).

Так, при зміні коефіцієнта ущільненості з 0 до 0,175, трудомісткість зведення надземної частини житлового 23-поверхового будинку збільшується з 8006 до 8730 люд.-зм., тобто на 724 люд.-зм., що складає 9,04 %. Збільшення трудомісткості будівництва в разі збільшення коефіцієнта ущільненості від 0 до 0,175 пояснюється виконанням додаткових робіт, які не виконуються, якщо ущільненість існуючими будівлями відсутня. До таких робіт відносяться: обстеження та моніторинг прилеглих будівель і споруд; встановлення огорожі з захисним козирком; перенесення дитячих майданчиків, малих архітектурних форм, зон відпочинку; улаштування захисних огорожень віконних та дверних прорізів, що потрапили у зону впливу крана.

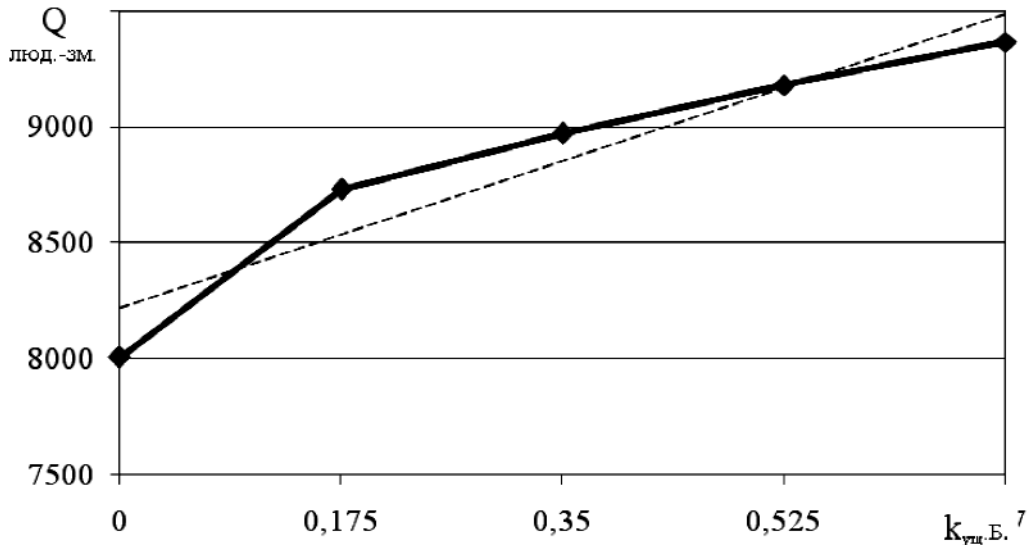


Рис. 3. Залежність трудомісткості будівництва від коефіцієнта ущільненості створених існуючими будівлями:  
 —◆—◆— — фактична залежність; - - - - - лінія тренду

Зі зміною коефіцієнта ущільненості з 0,175 до 0,7, спостерігається плавне, майже лінійне зростання трудомісткості з 8730 до 9368 люд.-зм., різниця складає 638 люд.-зм., або 7,3 %. При цьому, зі збільшенням коефіцієнта ущільненості: з 0,175 до 0,35 трудомісткість збільшується на 243 люд.-зм., або 2,78 %, з 0,35 до 0,525 збільшується на 206 люд.-зм., що рівне 2,29 % і з 0,525 до 0,7 збільшується на 189 люд.-зм. та відповідає 2,05 %. Тобто, спостерігається майже лінійна залежність збільшення трудомісткості. Це пояснюється сталими організаційно-технологічними умовами будівництва, де змінюється лише кількість прилеглої існуючої забудови.

Залежність трудомісткості будівництва від ущільненості, створеної існуючими будівлями (рис. 3), апроксимовано математичною функцією, яка виражається формулою (3):

$$Q = 1814,9 \times k_{ущ.Б.} + 8216,4, \quad (3)$$

де  $Q$  — трудомісткість будівництва, люд.-зм.;

$k_{ущ.Б.}$  — коефіцієнт ущільненості від існуючих будівель.

Міру варіації залежної змінної — трудомісткості будівництва від незалежної — коефіцієнту ущільнення від існуючих будівель, показує коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ). Для залежності (3) згаданий коефіцієнт складає 0,9005, що вказує на тісний зв'язок між обраними змінними. Коефіцієнт кореляції ( $R$ ) рівний 0,9489, відповідно, між трудомісткістю будівництва ( $Q$ ) та ко-

ефіцієнтом ущільненості від існуючих будівель ( $k_{ущ.Б.}$ ) існує тісний прямий лінійний зв'язок.

#### Висновки:

1. Викладеними в даній статті дослідженнями встановлено залежності техніко-економічних показників (вартість, тривалість, трудомісткість) зведення надземної частини багатоповерхового житлового будинку від впливу організаційно-технологічного чинника існуючої будівлі і споруди, що створює ущільнені умови навколо плями забудови.

2. Отримані залежності дають можливість стверджувати, що збільшення будівель навколо плями забудови призводить до зростання ТЕП.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Осипов О.Ф. Будівництво в умовах міської забудови. Досвід та перспективи / Осипов О.Ф., Гладун І.Т. // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. — К.: КНУБА, 2004. — Вип.17. — С. 216 — 224.

2. Горячев О.М. Особенности возведения зданий в стесненных условиях. / Горячев О.М., Прыкина Л.В. — М: Academia, 2003. — 272 с.

3. Броневицький А.П. Організаційно-технологічне обґрунтування тривалості зведення цивільних висотних будівель в умовах щільної міської забудови. / А.П. Броневицький, С.П. Броневицький // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — Дніпропетровськ: ПДАБА, 2011. — №11 — 12. — С. 47 — 52.

4. Осипов О.Ф. Систематизація факторів, що впливають на існуючі будинки при зведенні нового будівництва в умовах щільної міської забудови / Осипов О. Ф. // Містобудування та територіальне планування. Науково-технічний збірник. — К.: КНУБА, 2009. — Вип. 35. — С. 324 — 339.

5. Григоровський П. Є. Надточій М. І. Вплив умов ущільненості забудови на вартість та трудомісткість спорудження житлових будинків. Нові технології в будівництві. — К.: — 2010 (19) №1.

6. Надточій М. І. Виявлення ступеню впливу організаційно-технологічних чинників, що створюють умови ущільненості на нове будівництво. — Вісник ОДАБА. — Одеса : "Зовнішрекламсервіс". — 2013. — Вип. 52.

7. Григоровський П. Є., Надточій М. І. Методика визначення коефіцієнта ущільненості навколо об'єкта нового будівництва. Управління розвитком складних систем. — К.: — 2013, № 16.

8. Нормування праці : навч.-практ. посіб. / [Н. І. Верхоглядова, Д. М.: Ядранський, Ю. В. Лисенко, Я. Я. Слабко]. — К. : Професіонал, 2009. — 368 с.

9. Григоровський П. Є., Надточій М. І., Молодіт О. С. Дослідження техніко-економічних показників будівництва від площі складського господарства. Будівельне виробництво. — К.: — 2014 №57 (2).

#### АННОТАЦІЯ

В статтю представлені результати досліджень по встановленню залежностей техніко-економічних показателів (стоимость, продовжителність, трудоемкость) нового строительства от влияния существующих зданий и сооружений, ко-

торые создают уплотненные условия вокруг пятна застройки. Уплотненные условия вокруг нового строительства осложняют выполнение строительно-монтажных работ, что влияет на его технико-экономические показатели. Теоретическими исследованиями установлено, что именно уплотненность от существующих зданий и сооружений имеют наибольшее влияние на технико-экономические показатели нового строительства. В частности, установлено, что увеличение коэффициента уплотненности от существующих зданий приводит к росту стоимости, продолжительности и трудоемкости строительства

Ключевые слова: здания, сооружения, уплотненность, технико-экономические показатели.

#### ANNOTATION

The article presents the results of studies finding dependencies of technical and economic indicators (cost, duration, complexity) of new construction from the influence of existing buildings and structures that create a dense environment around the construction site. Compacted conditions around new construction complicate the construction and Assembly works that affects its technical and economic indicators. Theoretical studies have established that the density of existing buildings and structures have the greatest impact on technical and economic performance of new construction. In particular, it is established that the increase of the ratio of the density of existing buildings leads to an increase in the cost, duration and complexity of construction.

Keywords: buildings, structures, dense, technical and economic indicators.