

**V. Halushko, A. Halushko, D. Uvarov, A. Bardashevsky, A. Uvarova**

***Elaboration the algorithm of automated mechanisms operation at the production of finishing works on vertical surfaces***

*The article shown light-machinery for tight spaces, limited spaces and at height. The uses of robotics is to allow for greater automation in various processes. Several variants of mechanisms were studied and considered. When comparing and selecting the most efficient equipment, a multicriterion analysis technique was used. The results confirmed that the robot can perform work not only on a vertical surface, but also in hard-to-reach places. Modern and perspective robotization of the total building process with minimum human intervention described. The article shown some groups by centered around the different types of robots: handling and positioning of large elements, interior finishing and connecting activities, finishing of large horizontal surfaces, finishing of exterior walls, the demolition process. Using algoritms of robatization and automatization, of building processes allows to reduce the duration of work, cost and increase productivity. The article indicate that robotization of the building activities, if pursued with a rational and selective approach, may result in considerable productivity gains to the construction industry.*

**Key words:** *light-machinery for tight spaces, limited spaces, algorithm when using robots.*

**УДК 658.51:334.722.1**

**А. В. Радкевич**

докт. техн. наук, професор

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені

академіка В. Лазаряна

**І. А. Арутюнян**

докт. техн. наук, професор

**Д. В. Сайков**

аспірант

Запорізька державна інженерна академія

**ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ БУДІВЕЛЬНОГО  
ВИРОБНИЦТВА ЯК ФОРМОТВОРЧА СКЛАДОВА  
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДРЯДНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*На сучасному етапі становлення вітчизняного будівельного ринку виникає необхідність змістовно нового підходу до організації будівельного виробництва підрядних підприємств. Визначальним показником на будівельному ринку є рівень конкурентоспроможності підрядної організації, який відображає її спроможність управління фінансовими ризиками і адаптації до змін кон'юктури ринку будівельних послуг. Модернізація системи організаційних процесів дає значне підвищення якості будівельно-монтажних робіт, відкриває можливості виходу підрядного підприємства на новий організаційно-економічний рівень господарювання. Актуальним стає теоретико-методологічне та практичне вирішення проблем оптимізації організаційних процесів, що включає мінімізацію строків ведення будівельних об'єктів в експлуатацію з найбільшими показниками якості. Визначено характерні ознаки сучасних вітчизняних підприємств з врахуванням поточних умов будівельного ринку. Проведено аналіз існуючих оптимізаційних моделей будівельного виробництва, показана доцільність впровадження та методологічні основи розрахунку їх ефективності.*

**Ключові слова:** *будівельний ринок; підрядне підприємство; конкурентоспроможність; організація будівельного виробництва; організаційний процес; модель оптимізації.*

**Вступ.** Аналіз сучасного стану підрядних підприємств показує, що основними стримуючими чинниками економічного розвитку будівельних організацій є недостатня підготовка суб'єктів господарювання до виправданих фінансових ризиків, яка призводить до зниження рівня конкурентоспроможності. Суттєва ознака такого явища полягає у недостатньому професіоналізмі та кваліфікованому володінні керівниками підрядних підприємств сучасними методами контролю і управління організаційними процесами будівельного виробництва. Ринкова економіка під впливом державного регулювання, позбавляє підрядних організацій переваг у конкурентній боротьбі, що, в свою чергу, значно посилюється за відсутності чіткого функціонування системи організації будівельного виробництва на підприємстві [1].

На фоні цих перетворень зростає роль стратегічного розвитку підрядних підприємств на засадах раціонального розподілення і доцільного використання матеріальних, організаційно-технологічних, фінансових ресурсів [2; 3].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Теоретичним підґрунтям дослідження стали наукові праці В. Костюченко, Р. Пинди, Ю. Пинди, Д. Рижаківа, О. Тугая, В. Олюхи, І. Павлова, В. Поколенко, В. Кравця, В. Андрухова, Ю. Сафонова, Т. Марчук, С. Федотової, С. Болотина та ін. Однак, незважаючи на вагомий науковий-теоретичний внесок, у вітчизняній літературі залишається нерозв'язаним ряд питань стосовно проблеми оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва в сучасних умовах ринку будівельних послуг України, що спричинило постановку завдання публікації.

**Постановка завдання.** Аналіз стану вітчизняних підрядних підприємств з урахування сучасної кон'юктури будівельного ринку та державного регулювання в сфері капітального будівництва. Становлення організації будівельного виробництва як фундаментальної складової господарської діяльності підприємства, дослідження впливу показників організаційних процесів на рівень конкурентоспроможності підрядної фірми. Розгляд існуючих моделей оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва, методології розрахунку ефективності їх провадження в рамках стратегічного планування. Задачею публікації є визначення доцільності оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва з метою виходу підрядних підприємств на новий рівень ефективного господарювання на будівельному ринку України.

**Основна частина.** Істотною відзнакою підрядного будівництва є велика чисельність організаційно-господарських форм процесу будівельного виробництва, функціонально-цільове навантаження значної кількості його учасників, суттєва залежність організаційних процесів від сучасної кон'юктури будівельного ринку та політичних умов. Підрядне будівництво ведеться кваліфікованими будівельними підприємствами, які в рамках цивільно-правових норм (договір підряду) несуть відповідальність за якісні показники об'єкта будівництва, строки виконання будівельно-монтажних робіт [4].

Організаційно-економічний рівень сучасних підрядних підприємств України характеризується значним зносом основних фондів, що на сьогодні складає близько 60 % на будівельному ринку. Негативна тенденція внутрішнього падіння призведе до зменшення показників механоозброєності, кваліфікаційного рівня та складності

потенціальних об'єктів будівництва, і, як результат, зниження конкурентоспроможності підрядних підприємств (рис. 1) [5, 6].

Зовнішнім фактором впливу є значний тиск щодо державно-правового регулювання якісних, організаційних і технологічних показників будівельно-монтажних робіт, зокрема [7; 8]:

- наявність розвинутого рівня календарного планування, прискорене ведення будівельних робіт і скорочення строків будівництва в 1,5-3 рази;
- суворе дотримання цивільно-правових зобов'язань в межах договору підряду;
- надання високого рівня якості будівельних послуг та використаних на будівництві матеріалів, конструкцій, виробів (із необхідним документальним підтвердженням якісних характеристик);
- забезпечення безбитковості робіт, високої продуктивності та рентабельності підприємства.

Посилення вищезазначених вимог спостерігається при виконанні будівельно-монтажних робіт на об'єктах, що зводяться за рахунок бюджетних (місцевих) коштів.

Зменшення факторів впливу на діяльність підрядного підприємства досягається за рахунок стратегічної адаптації до стрімких коливань на будівельному ринку, становлення чітких нормативно-правових відносин з іншими суб'єктами господарювання (контрагенти, субпідрядні організації), технічними представниками замовника будівництва, виконавчими і контролюючим службами. Однак, визначальним чинником є забезпечення цілеспрямованого планування і суттєвий розвиток організаційних процесів будівельного виробництва підрядного підприємства [4].

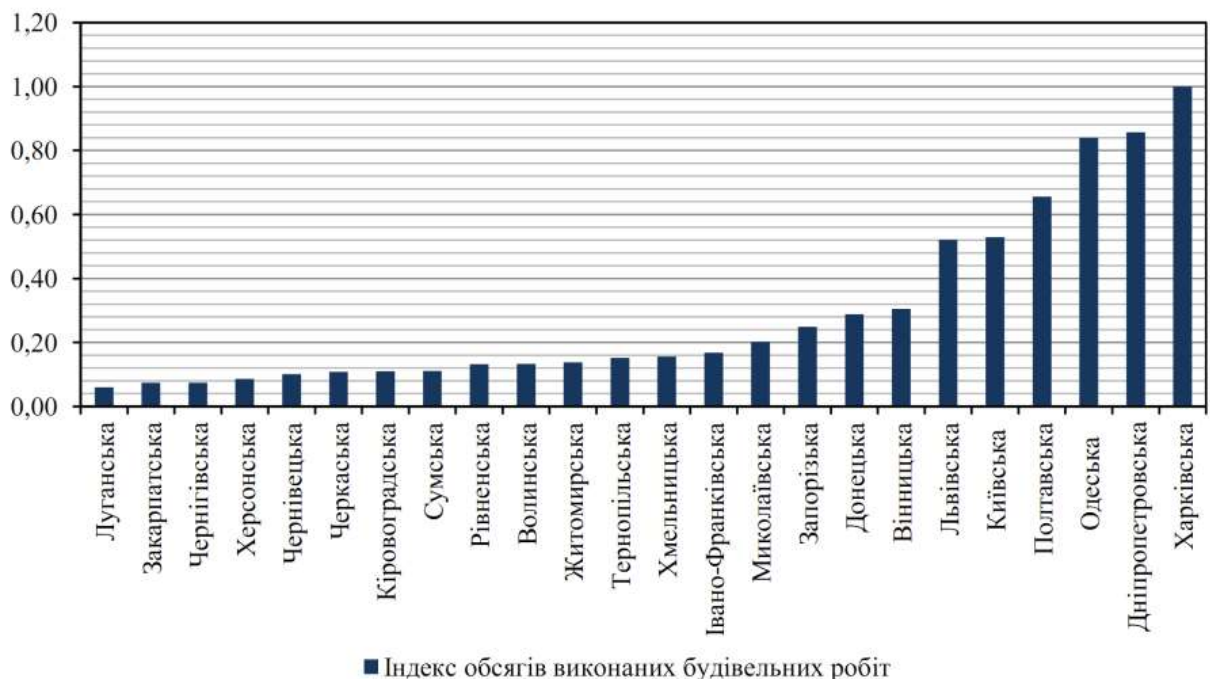


Рис. 1. Показники конкурентоспроможності підрядних підприємств за обсягами виконаних будівельних робіт в розрізі регіонів України станом на липень 2017 р.

Організація будівельного виробництва – це комплексна взаємопов’язана ієрархічна система функціонально-цільової підготовки підприємства до виконання окремих видів (комплексу) будівельно-монтажних робіт із розподіленням загальної черговості і термінів їх виконання, постачання всіх видів ресурсів для досягнення ефективності та необхідної якості виконання робіт, будівництва об’єктів загалом. Тобто, система організаційних процесів будівельного виробництва підрядних підприємств забезпечує цілеспрямованість всіх організаційно-технічних і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату – введення об’єкта в експлуатацію з необхідною якістю та в установлені замовником строки з найменшими ресурсними і економічними витратами. Організація будівельного виробництва являє собою базис економічно-господарчої діяльності підприємства, функціональною сутністю якого є надання будівельних послуг та безпосередній випуск готової будівельної продукції (об’єктів будівництва) [4, 9]. Отже, саме показники організаційних процесів будівельного виробництва визначають рівень конкурентоспроможності підрядної організації на будівельному ринку.

Таку думку підтверджують й основні підходи теорії ефективної конкуренції господарської діяльності підрядних підприємств, згідно яких оцінка рівня конкуренції базується на локалізації ринкового капіталу будівельного виробництва (структурний підхід) і економічних показників діяльності підприємства (функціональний підхід) [10]. Таким чином, причинно-наслідковий зв’язок вищевикладеного положення укладається за наступною схемою, яка наведена на рис. 2.

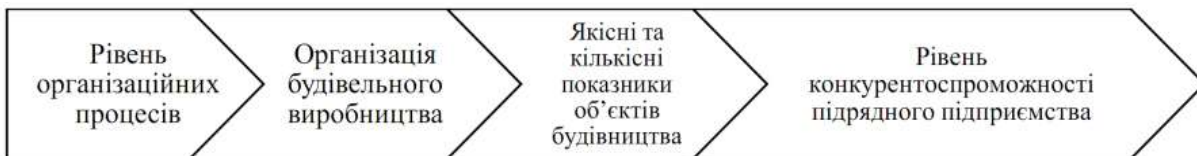


Рис. 2. Схема взаємозалежності конкурентоспроможності від базових складових організації будівельного виробництва

Досягнення істотно нового рівня конкурентоспроможності на будівельному ринку можливе за рахунок суттєвого перетворення системи організації будівництва на підприємстві, в першу чергу, зміну організаційних відносин, структурованості процесів, організаційних форм управління. Це може бути реалізовано шляхом оптимізації організаційних процесів будівельного виробництва [4, 11].

Оптимізація будівельного виробництва базується на впровадженні моделей (нормативно-правові, математичні, техніко-економічні, програмні модулі), які змістовно направлені на формування раціонально-ритмічного виконання будівельно-монтажних робіт, інтенсивності капіталовкладень, надійності виконавців і контрагентів, зниження впливу зовнішньо- та внутрішньо-організаційних негативних чинників, збільшення якісних показників будівельного виробництва. Методологічні підходи до оптимізації будівельного виробництва встановлені на чіткій взаємозалежності між структурними одиницями функціонального апарату підприємства, визначенні ієрархії цілей підрядної організації, зокрема в межах стратегічного планування [4, 12-16].

Нормативно-правові моделі пов’язані з провадженням державних законодавчих актів, постанов, стандартів, вимог і настанов у сфері капітального будівництва, яке регулюються не власниками суб’єктів підприємництва будівельного ринку, а

вповноваженими державними органами. Виключенням являють собою внутрішньо-організаційні акти та накази, які затверджуються керівниками підрядних фірм на підприємстві, стосовно провадження нових методів ведення і контролю організаційних процесів будівельного виробництва. Такі моделі мають за мету стимулювання розвитку будівельного сектору, контроль господарської діяльності підрядних підприємств, підвищення ефективності будівництва. Наприклад, ДСТУ ISO 9001:2015 висуває вимоги до організаційних процесів виробництва вітчизняних підприємств задля збільшення показників їх якості в рамках євроінтеграції України [12, 17], а провадження оновленої редакції ДБН А.3.1-5:2016 висуває нові вимоги до форм виконавчої документації [18]. Також, в рамках державної політики формування саморегульованих організацій сприяє підвищенню якості будівельних послуг, розвитку правого поля будівельної сфери [19].

Сутність математичних моделей полягає у розрахункових планах раціонального розподілення ресурсів підрядного підприємства в процесі будівельного виробництва на базі математичних ітерацій. Розрахунок виконується з урахуванням ризиків при обчисленні залежності дисперсії прибутку від дисперсій використання ресурсів. Однак, організаційні процеси в межах сучасної кон'юнктури будівельного ринку вимагають врахування таких ситуацій, які передбачити достовірно неможливо, оскільки на детерміновані процеси використання ресурсів накладаються ще стохастичні. Це призводить до невизначених обставин і появи ризику недосягнення поставленої мети розрахунку. Зокрема, охоплення масштабної системи організаційних процесів ускладнює розрахунок, підвищує його трудомісткість в силу значної кількості математичних рівнянь [14; 20].

Основою техніко-економічної моделі є прямий факторний аналіз, який дає змогу оцінювати рівень ефективності використання ресурсів на певному етапі організаційного процесу, розкривати локальні резерви, пов'язані з провадженням нової техніки, поточним станом будівельного ринку [13].

Інноваційним підходом до оптимізації будівельних процесів є розробка і впровадження програмних модулів, які шляхом комп'ютерно-забезпечених ітерацій дають науково-обґрунтовані показники поточного стану організаційних процесів будівельного виробництва. Програмні модулі дають змогу на якісно новому, інформативно-вищому рівні, виконувати організаційно-технологічний супровід реалізації об'єктів підрядного підприємства протягом усього будівельного циклу. Такий підхід формує новітній, прозорий та детальний формат інформативного поля для всіх учасників організаційних процесів будівельного виробництва [12, 14, 21, 22].

Оскільки рівень конкурентоспроможності складається з технічних (якісних) і комерційних (цінових) показників, оптимізація організаційних процесів будівельного виробництва укладається в межі бізнес-процесів підрядного підприємства. Таким чином, доцільність реалізації певної оптимізаційної моделі є розрахунковим значенням.

Провадження оптимізаційної моделі з метою підвищення рівня конкурентоспроможності оцінюється за комплексним критерієм Optimization Model Index (ОМІ), який дорівнює різниці сумарних дисконтованих чистих грошових потоків, отриманих від реалізації об'єкта будівництва, та витрат, пов'язаних з провадженням (розробкою) оптимізаційної моделі, і визначається за формулою:

$$\text{ОМІ} = \sum_{t=1}^{T_b} \frac{Q_t}{(1+e)^t} - \sum_{t=1}^{T_c} \frac{IC}{(1+e)^t}, \quad (1)$$

де  $Q$  – грошові потоки, отримані від реалізації об'єкта;  
 $IC$  – витрати з провадження (розробки) оптимізаційної моделі;  
 $T_b$  – строк зведення об'єкта до моменту введення в експлуатацію;  
 $T_c$  – період інвестування на провадження оптимізаційної моделі;  
 $t$  – поточний період;  
 $e$  – ставка дисконтування (в частинах одиниці).

Показник ОМІ враховує результати від реалізації будівельного об'єкта, одноразові та довгострокові витрати на провадження оптимізаційної моделі, її економічну ефективність. Якщо ОМІ при заданій ставці дисконтування додатній (ОМІ > 0), тоді реалізація оптимізаційної моделі є ефективною, може розглядатися питання щодо її прийняття, подальший розгляд або провадження на підприємстві (окремому об'єкті будівництва). Чим більше ОМІ, тим оптимізаційна модель ефективніша. Якщо ОМІ = 0, або ОМІ < 0, тоді провадження оптимізаційної моделі не доцільно.

Визначення ОМІ оптимізаційної моделі будівельного виробництва підрядних підприємств України слід виконувати в рамках модифікованої методики. Сутність цієї методики полягає в тому, що ставка дисконтування враховує не тільки ризики провадження оптимізаційної моделі, але і суттєві інфляційні ризики сучасної кон'юктури вітчизняного ринку. Вважається, що обидва типи ризиків є постійними величинами у кожному поточному періоді, тоді ставка дисконтування, яка одночасно їх враховує, визначається за формулою Фішера:

$$e' = e + x + e \cdot x, \quad (2)$$

де  $e'$  – номінальна ставка дисконтування;  
 $e$  – реальна ставка дисконтування;  
 $x$  – темп інфляції.

Таким чином, при заміні  $e$  на  $e'$  у формулі (1) та з врахуванням випадку, коли  $Q_t = Q_0 = \text{const}$  (лімітовані або пропорціональні виплати), а  $IC_t = IC_0 = \text{const}$  (відсоткові відрахування за статтею витрат) для кожного поточного періоду, формула (1) суттєво спрощується і набуває виду [23]:

$$\text{ОМІ} = \frac{Q_0}{e} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(1+e)^t} \right] - \frac{IC_0}{e} \cdot \left[ 1 - \frac{1}{(1+e)^t} \right]. \quad (3)$$

Організаційний інструментарій реалізації оптимізаційних моделей, безпосередньо, є різноманітним, але певна модель повинна затверджуватися в рамках управлінських рішень з обов'язковим визначення її ефективності. Головною залишається вимога стратегічного планування, яка полягає у цілковитій відповідності прийнятої оптимізаційної моделі найактуальнішим поточним потребам підрядного підприємства, її зручності та прозорості для всіх учасників організаційних процесів, безпосереднім узгодженням з діючими нормативно-правовими і законодавчими стандартами в сфері капітального будівництва.

**Висновки.** Сучасна кон'юктура вітчизняного будівельного ринку створює складні умови господарювання для підрядних підприємств. Посилюється тиск з боку державного регулювання капітального будівництва, висуваються жорсткі вимоги щодо якості та рівня будівельних послуг підрядних підприємств.



Необхідність адаптації до економічно-політичних чинників є запорукою підтримання та підвищення рівня конкурентоспроможності підрядних організацій.

Визначено, що базовою складовою зростання показників конкуренції на будівельному ринку є фундаментально-якісний рівень організаційних процесів будівельного виробництва. Безпосередній вплив якості будівельно-монтажних послуг, темпів будівництва, виконання договірних зобов'язань на економічно-ділову репутацію та конкурентоспроможність підрядного підприємства бере коріння в системі організаційних процесів будівельного виробництва. Це підводить до необхідності впровадження оптимізаційних моделей будівельного виробництва на засадах нарощення економічної ефективності, отримані переваг у конкурентній боротьбі з врахування сучасних вимог кон'юнктури будівельного ринку.

Подальші дослідження слід направити на аналіз інноваційних моделей оптимізації за змістовними складовими організації будівельного виробництва, пошук шляхів їх провадження, розробку методологічних засад визначення ефективності оптимізаційних моделей, звернення до зарубіжного і світового досвіду з оптимізації організаційних процесів.

### **Список літератури:**

1. Костюченко, В. В. Организация, планирование и управление в строительстве [Текст] / В. В. Костюченко, Д. О. Кудинов. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 356 с. – ISBN 5-222-07357-2.
2. Пинда, Р. В. Регіональні особливості розвитку будівництва в Україні [Текст] / Р. В. Пинда // Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України. – 2013. – Вип. 18. – С. 75-81. – ISSN 2522-185X.
3. Пинда, Ю. В. Сучасний стан та особливості розвитку будівельного сектора у Причорноморському регіоні України [Текст] / Ю. В. Пинда // Причорноморські економічні студії. – 2016. – Вип. 9, ч. 2. – С. 41-46. – ISSN 2524-0897.
4. Сафонов, Ю. М. Економіко-правові основи капітального будівництва [Текст] : навч. посібник для ВНЗ / Ю. М. Сафонов, В. Р. Кравець, В. Г. Олюха. – К. : Центр учб. літ., 2014. – 244 с. – ISBN 978-617-673-280-8.
5. Дяченко, К. С. Сучасний стан будівельних підприємств [Текст] / К. С. Дяченко, Т. А. Пушкар // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Менеджмент міського і регіонального розвитку» (28-29 березня 2013 року). – Харків: Харківська національна академія народного господарства ім. О. М. Бекетова, 2013. – С. 26-28.
6. Виконання будівельних робіт в Україні у січні-червні 2017 року [Електронний ресурс] / Експрес-випуск // Державна служба статистики України. – 2017 р. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
7. Бугров, О. В. Управління проектами і ціноутворення у будівництві [Текст] / О. В. Бугров, О. О. Бугрова // Управління розвитком складних систем. – К. : КНУБА, 2017. – № 29. – С. 19-25. – ISSN 2219-5300.
8. Торкатюк, В. І. Будівельний комплекс України: трансформація в умовах переходу до ринкового господарства [Текст] / В. І. Торкатюк, О. В. Чупілко, Л. Є. Мірошніченко, С. О. Ларіна, О. І. Кириченко, О. В. Шахова та ін. // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Синергетичні аспекти формування економічних параметрів будівельних структур в умовах ринку» (24-25 березня 2011 року) – Харків: Харківська національна академія народного господарства ім. О. М. Бекетова, 2011. – С. 10-12.

9. Пинда, Ю. В. Процесно-орієнтовані основи формування організаційно-економічного забезпечення конкурентоспроможності вітчизняних будівельних підприємств [Текст] / Ю. В. Пинда // Фондовый рынок. – 2012. – № 42. – С. 26-28.

10. Марчук, Т. С. Оцінка конкурентоспроможності будівельної організації на будівельному ринку [Текст] / Т. С. Марчук // Формування ринкових відносин в Україні. – 2009. – Вип. 6 (97). – С. 120-124.

11. Сторожук, В. М. Кластерна модель будівельного комплексу України [Текст] / В. М. Сторожук // Формування ринкових відносин в Україні. – 2008. – Вип. 7 (86). – С. 116-119.

12. Андрухов, В. М. Перспективні напрямки вдосконалення діяльності організацій будівельної галузі України [Текст] / В. М. Андрухов, Л. В. Мартинова // Будівництво України. – 2010. – № 3. – С. 2-5. – ISSN 0135-1699.

13. Сорока, Т. М. Методи аналізу продуктивності праці в будівництві та напрями їх вдосконалення [Текст] / Т. М. Сорока // Наукові записки Терноп. держ. педагог. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Економіка. – Тернопіль : ТДПУ, 2005. – № 18. – С. 270-273.

14. Рижаків Д. А. Підвищення ефективності управління будівельної організації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук : спец. 08.00.04 «Економіка і управління підприємствами (економіка будівництва)» / Д. А. Рижаків. – Київ : КНУБА, 2010. – 21 с.

15. Пшинько, А. Н. Управление строительными проектами [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Пшинько, А. В. Радкевич, Л. Н. Дадиверина. – Днепр : Днепропетр. нац. ун-т ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2017. – 205 с. – ISBN 978-966-8471-75-9.

16. Арутюнян, И. А. Системотехнические проблемы планирования и развития производственных систем управления [Текст] / И. А. Арутюнян, И. Д. Павлов, Ф. И. Павлов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ : ПДАБА, 2012. – № 11. – С. 40–51. – ISSN 2312-2676.

17. Системи управління якістю. Вимоги : ДСТУ ISO 9001:2015. – [Чинний від 2016-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2015. – 34 с. – (Національні стандарти України).

18. Організація будівельного виробництва : ДБН А.3.1-5:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 49 с. – (Державні будівельні норми України).

19. Непомнящий, О. М. Саморегульвні організації як механізм підвищення якості робіт (послуг) у будівництві [Текст] / О. М. Непомнящий, О. В. Медведчук // Будівництво України. – 2014. – № 5. – С. 2-9. – ISSN 0135-1699.

20. Арутюнян, И. А. Организация и управление строительного производства на базе современных математических моделей [Текст] / И. А. Арутюнян // Строительство. Материаловедение. Машиностроение. – Днепропетровск : ПГАСА, 2010. – Вып. 56. – С. 18-22. – ISSN 2415-7031.

21. Радкевич, А. В. Оцінка вірогідності моделей вибору режимів організаційно-технологічних процесів [Текст] / А. В. Радкевич, Т. В. Ткач // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – № 3. – С. 147-150. – ISSN 2227-1252.

22. Сайков, Д. В. Оптимізація будівельного виробництва підрядних організацій на базі програмних модулів [Текст] / Д. В. Сайков // Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Перевантаження будівництва: економіка,



організація, менеджмент» (15-16 листопада 2017 року). – Київ: Київський національний університет будівництва та архітектури, 2017. – С. 152-155.

23. Федотова, С. Ю. Вдосконалення методологічних підходів до оцінки конкурентоспроможності продукції та послуг інноваційно-інвестиційних підприємств будівельного комплексу України [Текст] / С. Ю. Федотова // Економіка та держава. – 2010. – № 10. – С. 95-97. – ISSN 2306-6806.

***А. В. Радкевич, И. А. Арутюнян, Д. В. Сайков***

***Оптимизация организационных процессов строительного производства как формообразующая составляющая конкурентоспособности подрядных предприятий***

*На современном этапе становления отечественного строительного рынка возникает необходимость структурно нового подхода к организации строительного производства подрядных предприятий. Определяющим показателем на строительном рынке является уровень конкурентоспособности подрядной организации, который отражает ее способность управления финансовыми рисками и адаптации к изменениям конъюнктуры рынка строительных услуг. Модернизация системы организационных процессов дает значительное повышение качества строительно-монтажных работ, открывает возможности выхода подрядного предприятия на новый организационно-экономический уровень хозяйствования. Актуальным становится теоретико-методологическое и практическое решение проблем оптимизации организационных процессов, включая минимизацию сроков введения строительных объектов в эксплуатацию с высокими показателями качества. Определены характеристики состояния современных отечественных предприятий с учетом текущих условий строительного рынка. Проведен анализ существующих оптимизационных моделей строительного производства, показана целесообразность внедрения и методологические основы расчета их эффективности.*

***Ключевые слова: строительный рынок; подрядное предприятие; конкурентоспособность; организация строительного производства; организационный процесс; модель оптимизации.***

***A. Radkevich, I. Arutiunian, D. Saikov***

***Optimization for organizational processes of construction production as a formative component of the competitiveness of contracting companies***

*At the present formation stage of domestic construction market, there is a need for a structurally new approach to organization of construction production of contracting companies. The determining factor in the construction market is the competitiveness level of contracting company, which reflects its ability to manage financial risks and adapt to changes in market conditions of construction services. Modernization of organizational processes system provides a significant improvement in quality of construction works, gives a possibility of the contracting company's entry into a new organizational and economic level of management. The theoretical, methodological and practical solution of optimization problems of organizational processes becomes actual, including minimization of introduction terms of building objects in operation with high quality indicators. There are modern characteristics of domestic companies taking into account the current conditions of the construction market. It has been carried out the analysis of existing optimization models of construction production, expediency of introduction and methodological bases of its efficiency calculation.*

**Keywords:** *construction market; contracting company; competitiveness; organization of construction production; organizational process; optimization model.*

УДК 624.012.45:620.179.16

**Д.Ю. Снежков**

канд. техн. наук, доцент

**С.Н. Леонович**

докт. техн. наук., професор

Белорусский национальный технический университет

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПУАССОНА БЕТОНА В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МУЛЬТИВОЛНОВЫМ МЕТОДОМ**

*Мультиволновой контроль позволяет улучшить метрологические показатели и повысить информативность ультразвукового метода прохождения при определении физико-механических свойств бетона. В статье рассматривается возможность совместного использования продольных подповерхностных волн и волн Релея для определения динамического коэффициента Пуассона бетона конструкций в натурных условиях, приведены практические результаты.*

**Ключевые слова:** *бетон, ультразвук, модуль упругости, коэффициент Пуассона, волна Релея.*

**Введение.** Сложившаяся к настоящему времени в Республике Беларусь система нормирования неразрушающего контроля возводимых и эксплуатируемых железобетонных конструкций ориентирована исключительно на определение прочностных показателей бетона. Это в полной мере относится и к нормативным документам стран Евросоюза, и СНГ. Определение же показателей упругости конструкционного бетона оказывается за пределами регламентации, несмотря на то, что для оценки и прогнозирования деформаций разномодульных элементов несущего каркаса здания эти показатели бетона не менее важны, чем его прочность.

Одним из немногих стандартизированных неразрушающих методов испытаний бетона является ультразвуковой импульсный метод [1, 5]. Его особенностью, в отличие от склерометрических методов – упругого отскока, ударного импульса, пластической деформации – является то, что косвенный параметр – скорость распространения ультразвукового импульса – не имеет прямой причинно-следственной связи с прочностью бетона, а определяется динамическими упругими модулями бетона – нормальным динамическим модулем упругости  $E_d$  и коэффициентом Пуассона  $\nu_d$ .

В то же время, использование акустических волн различных типов и совместная интерпретация их параметров прохождения позволяет получать информацию об упругих параметрах бетона. Для однородной изотропной среды известны [2] соотношения:

$$E_d = \rho \frac{V_T^2 (3V_l^2 - 4V_T^2)}{V_l^2 - V_T^2}, \quad (1)$$

$$\nu_d = \frac{V_l^2 - 2V_T^2}{2(V_l^2 - V_T^2)}, \quad (2)$$

где  $E_d$  – динамический модуль Юнга;