

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ ЗОВНІШНЬОГО ПОВІТРЯ НА ПАРАМЕТРИ БЕТОНУВАННЯ

Здійснено обґрунтування необхідності оцінки замовником витрат на зимове подорожчання, збільшення трудомісткості та термінів виконання окремих видів робіт, що проводяться взимку. Більшість будівельних підприємств можуть успішно нейтралізувати негативний вплив природно-кліматичних факторів взимку, маючи технологічні можливості виконувати будівництво протягом року. Але при цьому вартість і трудомісткість виконання робіт зростають, оскільки чимало будівельних робіт виконується на відкритому, нічим не захищеному просторі, а для їх успішної реалізації потрібні додаткові організаційно-технологічні заходи. З цього випливає гіпотеза про те, що відхилення параметрів бетонування в зимових умовах, залежать від температури навколишнього повітря і від місяця у якому ведеться будівництво, дані відхилення можна прогнозувати з різним ступенем точності, маючи дані щодо середньодобової температури протягом кількох попередніх років або знаючи місяці у яких проводяться бетонні роботи.

Виявлено, що вплив зимових умов на різних стадіях проектування здійснюється укрупнено або на підставі об'єктів-аналогів. При цьому, при виконанні ПВР вже є змога здійснення детальних розрахунків. Відповідно можна зробити висновок, що детальні розрахунки вартості та трудомісткості виконання будівельних робіт на стадії проходження тендеру дозволять обґрунтовано доводити зростання параметрів будівництва у зимових умовах.

У результаті встановлено, що температура повітря має середній ступінь впливу на параметри будівництва. Так, для трудомісткості коефіцієнт детермінації склав $R^2=0,5229$. Це означає, що 52,29% зростання трудомісткості в досліджуваних спостереженнях обумовлено впливом температури.

Для термінів бетонування коефіцієнт детермінації склав $R^2=0,4994$, а для кошторисної вартості – 0,6802. Це означає, що 49,9% зростання термінів і 68 % зростання кошторисної вартості в досліджуваних спостереженнях обумовлено впливом температури.

Врахування збільшення витрат коштів, трудомісткості та термінів виконання робіт на виконання бетонування у зимовий період не за нормативними коефіцієнтами, а на основі сформованої підрядником бази об'єктів-аналогів дозволить підрядним підприємствам більш обґрунтовано розраховувати терміни виконання робіт, їх трудомісткість та додаткові витрати.

Ключові слова: будівництво, моделювання, надійність, будівельний процес, бетонування.

Вступ. З розвитком нових підходів до проведення публічних закупівель та процедур тендерів зростає важливість для замовників прогнозування та

адекватного оцінювання додаткових витрат праці, часу та коштів на проведення будівництва, у тому числі і у зимових умовах. Особливою актуальністю набуває питання щодо оцінки замовником витрат на зимове подорожчання для окремих видів робіт, що проводяться взимку, так як відповідно до ДСТУ-Н Б Д.1.1-5:2013, при складанні інвесторської кошторисної документації, вартість і трудомісткість виконання будівельних робіт у зимовий період приймається як відсоток суми по главам 1–8 зведеного кошторисного розрахунку вартості об'єкта будівництва, і є середньорічними». Тоді як при складанні тендерних пропозицій підрядні підприємства - учасники торгів розраховують вартість і трудомісткість більшості додаткових робіт, пов'язаних із виконанням будівництва у зимовий період, виходячи із фактичних рішень ПВР, зазвичай не виходячи за межі передбаченої в інвесторському кошторисі суми витрат. Проблемою є те, що будівництво має стохастичний характер, про що говориться у ряді праць [1–3, 5–6, 11], у результаті чого частина факторів не може бути виявлена за допомогою статистичних спостережень. Тому актуальним напрямком досліджень є виявлення впливу зимових умов на параметри будівництва в зимових умовах.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблемам підвищення ефективності, вдосконалення та покращення організації та технології виробництва присвячені праці С.А. Ушацького, О.А. Тугай, О.О. Демидова, В.М. Погорельцев, Н.І. Нікогосян та інших. У даний час вийшов ряд праць в області технології і організації будівництва у яких досліджуються питання удосконалення методів організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва [1, 2, 4, 13], впливу ресурсного забезпечення на відхилення планових параметрів будівельного процесу [2, 5, 14, 15], прогнозування параметрів інвестиційно-будівельних проектів на різних стадіях проектування [6, 9, 13], організаційно-технологічне моделювання підготовки будівництва [8], розробці інструментів девелоперського управління будівництвом [10, 11]. На сьогодні розроблено ряд методів і моделей, які мають забезпечити мінімізацію відмов і збоїв ходу будівельного процесу, а саме: моделей і методів організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва на основі математичного моделювання [1,2, 8, 14, 15]. Проте додаткової уваги потребують методи зимового бетонування.

Формулювання цілей та завдання статті. Завданням статті є виявлення впливу зимових умов на параметри бетонування.

Основна частина. Згідно п. 4.6.1–4.6.3 Зміни №1 ДБН А2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» [12], для об'єктів, комплексів (будов), що за класом наслідків (відповідальності) належать до групи СС1, проектування здійснюється в одну (стадія ПІ) або у дві стадії (перша стадія ЕП або ТЕР та друга – ПІ) (рис. 1).

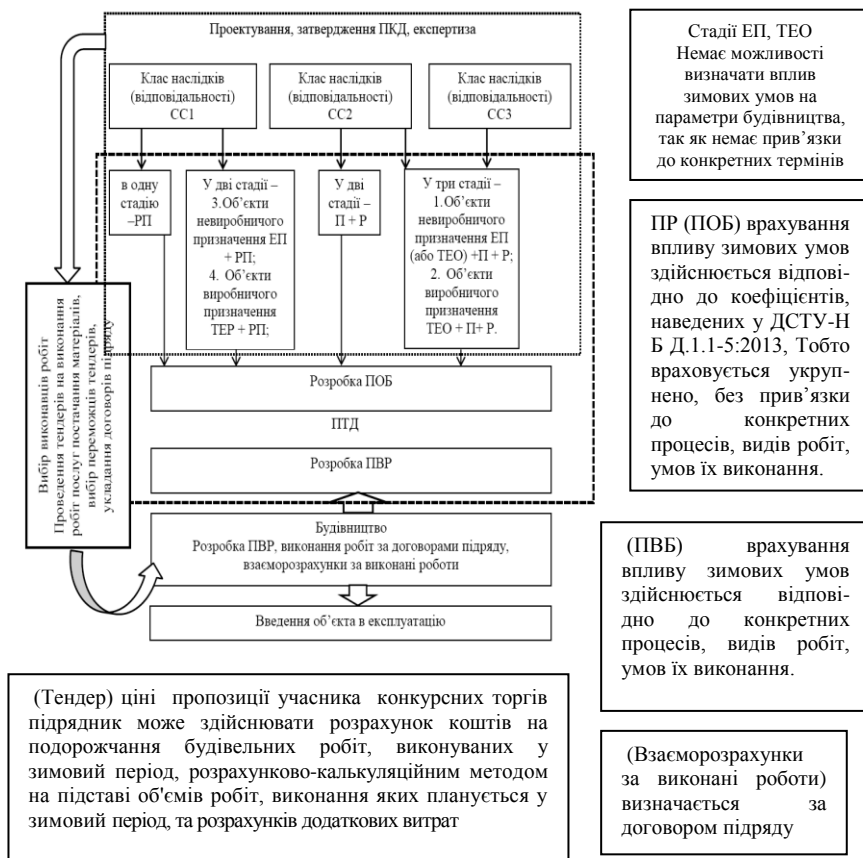


Рис. 1. Порядок визначення додаткових витрат праці, часу та коштів на виконання робіт у зимовий період (авторська розробка)

Відповідно можна зробити висновок, що детальні розрахунки вартості і трудомісткості виконання будівельних робіт на стадії проходження тендеру дозволять обґрунтовано доводити зростання параметрів будівництва у зимових умовах.

Із цією метою здійснено моделювання відхилень параметрів будівельного процесу від зменшення температури зовнішнього повітря, а саме: трудомісткості (рис. 2), термінів виконання робіт (рис. 3) і кошторисної вартості (рис. 4).

Моделі зміни параметрів бетонування залежно від середньодобової температури зовнішнього повітря наведено на рис. 2–4.

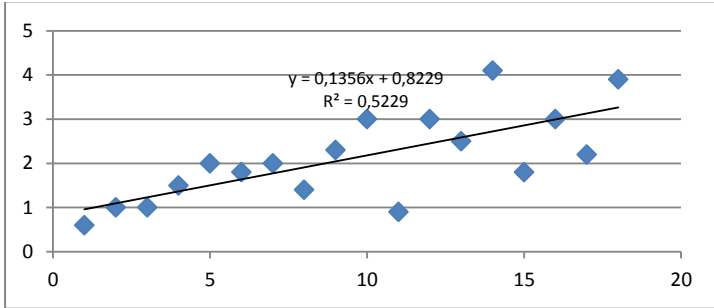


Рис. 2. Залежність трудомісткості бетонування від середньодобової температури зовнішнього повітря (авторські розрахунки)

У результаті встановлено, що температура порігтя має середній ступінь впливу на параметри будівництва. Так, для трудомісткості коефіцієнт детермінації склав $R^2=0,5229$. Це означає, що 52,29% зростання трудомісткості в досліджуваних спостереженнях обумовлено впливом температури.

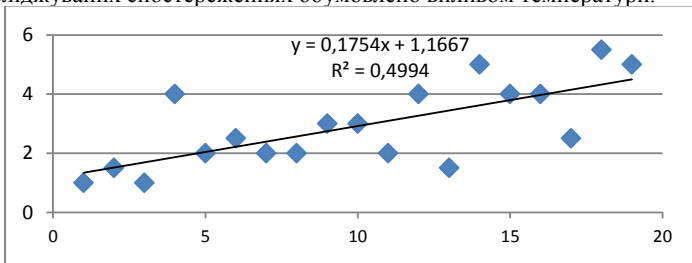


Рис. 3. Залежність термінів бетонування від середньодобової температури зовнішнього повітря (авторські розрахунки).

Для термінів бетонування коефіцієнт детермінації склав $R^2=0,4994$, а для кошторисної вартості – 0,6802. Це означає, що 49,9% зростання термінів і 68 % зростання кошторисної вартості в досліджуваних спостереженнях обумовлено впливом температури.

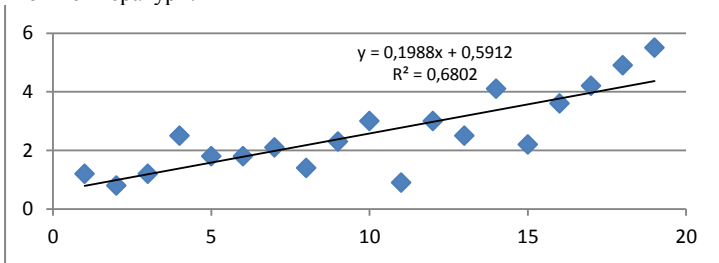


Рис. 4. Залежність кошторисної вартості бетонування від середньодобової температури зовнішнього повітря (авторські розрахунки)

Вибір конкретної моделі здійснюється на основі визначення її достовірності за величиною середньої лінійної похибки (Δ_i):

$$\bar{\Delta}_j = \sum_{i=1}^m \Delta_i / m$$

$$\Delta_i = |(T_i^{\phi} - T_i^p) / T_i^{\phi}| \cdot 100$$

де T_f – фактичні значення параметра бетонування;

T_p – розрахункові значення параметра бетонування;

Δ_i – лінійна похибка моделі по i -му спостереженню ($i = 1, 2, \dots, N$).

Виявлено, що зміна параметрів бетонування залежить від середньодобової температури зовнішнього повітря (моделі мають точність $\Delta_i = 34,1-36\%$).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Здійснено огляд існуючої законодавчої та нормативної бази, наукових праць з питань технології та організації будівництва в зимових умовах, визначено мету та завдання дослідження, виявлено передумови та напрямки удосконалення системи прогнозування параметрів бетонування з урахуванням зимових умов. Опитування працівників будівельних підприємств, які приймали участь у зведенні житлових будинків у містах Київ та Чернівці, показало, що вплив кліматичних факторів на терміни виконання робіт має помірний ступінь впливу. Визначено основні способи врахування параметрів бетонних робіт на різних стадіях інвестиційно-будівельного процесу, що, в свою чергу, визначило методологічний базис та хід подальших досліджень. Врахування збільшення витрат коштів, трудомісткості та термінів виконання робіт на виконання бетонування у зимовий період не за нормативними коефіцієнтами, а на основі сформованої підрядником бази об'єктів-аналогів дозволить підрядним підприємствам більш обґрунтовано розраховувати терміни виконання робіт, їх трудомісткість та додаткові витрати.

Розраховано середні значення відхилень термінів бетонування під впливом зимових умов, які стануть методичною основою для прийняття рішень з технології і організації промислового та цивільного будівництва, у урахуванням сезонної трансформації будівництва в зимових умовах. Доведено практичну доцільність розробленого інструментарію шляхом впровадження отриманих результатів у практику будівництва об'єктів м. Києва.

Отримані результати дозволяють сформулювати напрямки подальшої дослідницької роботи. Подальшими перспективами дослідження може бути визначення впливу кожної групи факторів (низька температура зовнішнього повітря, сніг, ожеледиця, вітер, підвищена вологість тощо) на порушення ходу будівельного процесу, створення організаційно-технологічних моделей, які враховують вплив найбільш суттєвих чинників.

Список літератури:

1. Інноваційні моделі і методи організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва : Монографія / Р.Я. Зельцер, О.Ю. Беленкова, Д.В. Дубінін. – К.: «МП Леся», 2018. – 210 с.
2. Беленкова О.Ю. Вплив сезонних коливань на оборотні активи будівельного підприємства. [Текст.] / О.Ю. Беленкова// Інвестиції: практика та досвід – 2015. – № 19 (травень) – С.48 – 53.

3. Гойко А.Ф. Стратегічне управління логістичними бізнес-процесами будівельних підприємств: пріоритетні задачі та шляхи їх вирішення: / А.Ф. Гойко, В. А. Скакун // Научно-технический сборник. Коммунальное хозяйство городов. – 2009, № 87. – 172–178 с.

4. Гусаков А.А. Организационно-технологическая надежность строительства. / Гусаков А.А., Веремеенко С.А., Гинзбург А.В. и др. М.: SvR, Аргус, 1994.– 470 с.

5. Дубінін Д.В. Прогнозування ресурсних потоків будівельного підприємства /Д.В.Дубінін// зб. наукових праць «Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві». – Вип. 3- Луцьк: Луцький НТУ. – 2015. – С.74–78

6. Зельцер Р. Я., Дубінін Д.В. Удосконалення системи керування інформацією будівельного підприємства //Д.В.Дубінін// Будівельне виробництво – 2015. – Вип. 57.

7. Ізмайлова К. В. Система експертизи ефективності інвестиційних на стадії техніко-економічного обґрунтування / К.В. Ізмайлова, О.В. Ізмайлова // Управління розвитком складних систем. – 2010. – Вип. 4. – С. 45–54.

8. Тугай О.А. Передумови та аналітичні основи запровадження інновацій в організаційно-технологічне моделювання підготовки будівництва / О.А. Тугай [та ін.]// Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К. : КНУБА, 2009. – Вип. № 35. – С. 449–458

9. Титок В.В. Формування моделі житлового будівництва в місті/ В.В. Титок // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць. -К.: КНУБА, вип.30. – 2013р. – С. 90–98.

10.Ушацький С.А. Системно-управлінські та інжинірингові засади впровадження інновацій в організацію будівництва: Монографія. – К.: Науковий світ, 2003. – 208 с.

11.Тугай О.А., Стеценко С.П. Модернізовані інструменти девелоперського управління будівництвом Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин» 2012. – Вип. 27 ч.1 с.86–98.

12. Зміна №1 ДБН А2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво» [Електрон.] / Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a_2_2_3_2014/1-1-0-1168

13. Tugai O. A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry : collective monograph / Tugai O. A., Hryhorovskiy P. Ye., Khyzhniak V. O., Stetsenko S. P., Bielienskova O. Yu., Molodid O. S., Chernyshev D.O. // – Lviv-Torun : Liha-Pres, 2019. – 136 p.

14. Zeltser R.Ya. Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction / Zeltser, R.Ya., Bielienskova, O.Yu., Novak, Ye., Dubinin D.V. // Nauka i innovatsii. 2019. №15(5), pp. 38–51

15. Стеценко С.П. Вплив сезонних коливань на вартісні параметри будівельного виробництва / О. Ю. Беленкова, С.П. Стеценко, О.В. Литвиненко// Управління розвитком складних систем. 2017. Вип. 32. С.179 –185

References

1. Zeltser, R.Ia., Bielienskova, O.Yu. & Dubinin, D.V. (2018) Innovatsiini modeli i metody orhanizatsii, upravlinnia i ekonomichnoi otsinky tekhnolohichnykh protsesiv budivelnoho vyrobnytstva : Monohrafiia. – К.: «MP Lesia».

2. Bielienkova, O.Yu. (2015) Vplyv sezonnykh kolyvan na oborotni aktyvy budivelnogo pidpriyemstva. *Investytsii: praktyka ta dosvid*. № 19. 48 – 53.
3. Hoiko, A.F. & Skakun, V.A. (2009) Skakun Stratehichne upravlinnia lohystychnymy biznes-protesamy budivelnnykh pidpriyemstv: priorytetni zadachi ta shliakhy yikh vyreshennia: *Kommunalnoe khoziaistvo horodov*. 87. 172–178.
4. Husakov, A.A., Veremeenko, S.A., Hynzburh, A.V. (1994) Orhanyzatsyonno-tekhnolohycheskaia nadezhnost stroytelstva. M.: SvR, Arhus.
5. Dubinin, D.V. (2015) Prohnozuvannia resursnykh potokiv budivelnogo pidpriyemstva. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi*. 3. 74–78.
6. Zeltser R. Ya., Dubinin D.V. Udoskonalennia systemy keruvannia informatsiieu budivelnogo pidpriyemstva //D.V.Dubinin// Budivelne vyrobnytstvo – 2015. – Vyp. 57.
7. Izmailova, K. V., Izmailova O.V. (2010) Systema ekspertyzy efektyvnosti investytsiinykh na stadii tekhniko-ekonomichnoho obruntuvannia. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 4. 45–54.
8. Tuhai, O.A. (2009) Peredumovy ta analytychni osnovy zaprovadzhennia innovatsii v orhanizatsiino-tekhnolohichne modeliuвання pidhotovky budivnytstva. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*. 35. 449–458.
9. Tytok, V.V. (2013) Formuvannia modeli zhytlovoho budivnytstva v misti. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*. 30. 90-98.
10. Ushatskyi, S.A. (2003) Systemno-upravlinski ta inzhynirynhovi zasady vprovadzhennia innovatsii v orhanizatsiiu budivnytstva//Monohrafiia.-K.:Naukovyi svit.
11. Tuhai, O.A. & Stetsenko, S.P. (2012) Modernizovani instrumenty developerskoho upravlinnia budivnytstvom. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*. 27/1. 86–98.
12. Zmina №1 DBN A2.2-3:2014 «Sklad ta zmist proektnoi dokumentatsii na budivnytstvo»/ URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a_2_2_3_2014/1-1-0-1168
13. Tugai, O.A., Hryhorovskiy. P.Ye., Khyzhniak, V.O., Stetsenko, S.P., Bielienkova, O.Yu., Molodid, O.S., Chernyshev, D.O. (2019) Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph – Lviv-Toruń: Liha-Pres.
14. Zeltser, R.Ya., Bielienkova, O.Yu., Novak, Ye., Dubinin D.V. (2019) Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*. V 15(5), pp. 38–51
15. Stetsenko, S.P., Bielienkova, O.Yu., Lytvynenko, O.V. (2017) Vplyv sezonnykh kolyvan na vartisni parametry budivelnogo vyrobnytstva. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 32. 179 –185

Е.В.Новак

Моделирование влияния температуры наружного воздуха на параметры бетонирования

Осуществлено обоснование необходимости оценки заказчиком затрат на зимнее удорожание, увеличение трудоемкости и сроков выполнения отдельных видов работ, проводимых зимой. Большинство строительных компаний могут успешно нейтрализовать негативное влияние природно-климатических факторов зимой, имея технологические возможности выполнять строительство в течение

года. Но при этом стоимость и трудоемкость выполнения работ растут, потому что многие строительных работ выполняется на открытом, ничем не защищенном пространстве, а для их успешной реализации нужны дополнительные организационно-технологические мероприятия. Из этого следует гипотеза о том, что отклонения параметров бетонирования в зимних условиях, зависят от температуры окружающего воздуха и от месяца в котором ведется строительство, данные отклонения можно прогнозировать с разной степенью точности, имея данные по среднесуточной температуры в течение нескольких предыдущих лет или зная месяца в которых проводятся бетонные работы.

Выявлено, что влияние зимних условий на различных стадиях проектирования осуществляется укрупненно или на основании объектов-аналогов. При этом, при выполнении ПВР уже есть возможность осуществления детальных расчетов. Соответственно можно сделать вывод, что детальные расчеты стоимости и трудоемкости выполнения строительных работ на стадии прохождения тендера позволят обоснованно доказывать рост параметров строительства в зимних условиях.

В результате установлено, что температура воздуха имеет среднюю степень влияния на параметры строительства. Так, для трудоемкости коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,5229$. Это означает, что 52,29% роста трудоемкости в исследуемых наблюдениях обусловлено влиянием температуры.

Для сроков бетонирования коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,4994$, а для сметной стоимости – 0,6802. Это означает, что 49,9% роста сроков и 68% роста сметной стоимости в исследуемых наблюдениях обусловлено влиянием температуры.

Учет увеличение расходов средств, трудоемкости и сроков выполнения работ на выполнение бетонирования в зимний период не по нормативным коэффициентам, а на основе сложившейся подрядчиком базы объектов-аналогов позволит подрядным предприятиям более обоснованно рассчитывать сроки выполнения работ, их трудоемкость и дополнительные расходы.

Ключевые слова: строительство, моделирование, надежность, строительный процесс, бетонирование.

E.V Novak

Modeling of external air temperature influence on concrete parameters

The necessity of estimation by the customer of the cost of winter price increase, increase of complexity and terms of performance of certain types of works carried out in the winter is carried out. Most construction companies can successfully counteract the negative effects of natural and climatic factors in the winter by having the technological capabilities to perform construction throughout the year. But at the same time, the cost and complexity of the work is increasing, as many construction works are performed in open, unprotected space, and for their successful implementation requires additional organizational and technological measures. From this it follows the hypothesis that the deviation of the concreting parameters in winter conditions depends on the ambient temperature and the month in which the construction is conducted, these deviations can be predicted with varying degrees of accuracy, having data on average daily

temperature over the previous few years or knowing the months in where concrete works are carried out.

It has been found that the effects of winter conditions at different stages of design are compounded or on the basis of similar objects. At the same time, during the execution of the JHA, there is already an opportunity to make detailed calculations. Accordingly, it can be concluded that detailed calculations of the cost and complexity of the construction works at the tender stage will allow to substantiate the increase in the parameters of construction in winter conditions.

As a result, it is found that air temperature has an average degree of influence on the construction parameters. So, for the complexity, the coefficient of determination was $R^2=0,5229$. This means that 52.29% of the increase in complexity in the investigated observations is due to the influence of temperature.

For concreting terms, the coefficient of determination was $R^2=0,4994$, and for the estimated cost – 0,6802. This means that 49.9% increase in terms and 68% increase in estimated cost in the investigated observations is due to the influence of temperature.

Taking into account the increase in cost of money, labor and time of completion of concreting works in winter is not by normative coefficients, but on the basis of the contractor-based base of similar objects will allow the contracting companies to more reasonably calculate the terms of work, their complexity and labor.

Keywords: construction, modeling, reliability, construction process, concreting.

Посилання на статтю

APA: Novak, E.V. (2019). Modeliuvannia vplyvu temperatury zovnishnoho povitria na parametry betonuвання. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 41, 163–171.

ДСТУ: Новак Є.В. Моделювання впливу температури зовнішнього повітря на параметри бетонування. [Текст] / Є.В. Новак // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2019. – № 41. – С. 163–171.