

АДАПТАЦІЯ СИСТЕМИ МІКРОЕЛЕМЕНТНОГО НОРМУВАННЯ MODAPTS ДО УМОВ СУЧАСНОГО МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА

У статті розглядається проблема нормування технологічних процесів влаштування монолітних конструкцій багатопверхових каркасних будівель, пов'язана з недоліками існуючих нормативних джерел інформації, які використовують надмірно узагальнений (комплексний) підхід до розрахунку часових ресурсів. Аналіз сучасного рівня технологій зведення монолітних каркасних будівель показав велику кількість конструктивних та технологічних інновацій, що не охоплені чинними вітчизняними та закордонними нормами витрат праці. До того ж провідні світові будівельні компанії не розкривають дані щодо трудомісткості власних розробок, тому виникла проблема обґрунтування оптимальних конструктивно-технологічних рішень (КТР), що зумовлює необхідність розроблення нового аналітичного інструментарію. Доведено, що перехід у системі нормування часу з рівня будівельних операцій на рівень комплексу дій робітників, використавши відому у сфері машинобудування систему мікроелементного нормування MODAPTS, відкриває шлях до створення нової методології і системи нормування, яка буде динамічна і дозволить здійснювати оцінювання витрат праці на виконання будь-яких інноваційних технологій каркасного будівництва, навіть і тих, що розробляються. Особливості будівельного виробництва змусили переглянути підхід до визначення мікромодуля MOD. За результатами дослідження розроблено авторську систему мікроелементного нормування BUDTS, яка є модифікацією MODAPTS, адаптовану до умов будівництва. Ключовою зміною є збільшення базової одиниці часу з 0,129 до 0,25 та 0,5 секунди. Такі модулі дозволяють точніше врахувати інерцію рухів та складність маніпуляцій із важкими й великогабаритними матеріалами чи оснасткою. Трансформація системи у формат «макромодів» забезпечує високу швидкість нормування при варіантному проєктуванні технологій зведення монолітних каркасних будівель.

Ключові слова: *інноваційні технології, монолітні конструкції, нормування процесів, мікроелементне нормування, варіантне проєктування.*

Вступ. Сучасне будівництво цивільних об'єктів характеризується домінуванням монолітно-каркасних систем [1]. Динамічність ринку вимагає впровадження інноваційних опалубних систем, нових методів бетонування та армування. Проте ефективність цих новацій напряму залежить від точності планування ресурсів, де ключовим показником є трудомісткість.

ISSN друкованої версії: 2707-501X

ISSN електронної версії: 2707-9376



© Шандра О.Г., 2026

Аналіз сучасного рівня технологій зведення монолітних каркасних будівель засвідчив появу значної кількості конструктивних та технологічних інновацій, що не охоплені чинними вітчизняними та закордонними нормами витрат праці. До того ж провідні світові будівельні компанії не розкривають дані щодо трудомісткості власних розробок, виникає проблема обґрунтування оптимальних конструктивно-технологічних рішень (КТР), що зумовлює необхідність розроблення нового аналітичного інструментарію.

Визначено, що найбільш перспективним для розв'язання поставлених завдань є аналітично-розрахунковий метод із застосуванням мікроелементного нормування. Ця методологія, широко розповсюджена у світовому машинобудуванні, потребує суттєвої адаптації до специфіки будівельних процесів та вимог варіантного проектування для врахування мінливості умов будівельного майданчика.

Аналіз досліджень і публікацій. Сучасні тенденції та технологічні особливості зведення монолітних багатоповерхових каркасних будівель розглянуті в працях [1, 2]. Монолітно-каркасні будинки завдяки своїй надійності, довговічності та гнучкості в проектуванні стали найбільш популярними у житловому секторі [3].

Аналіз об'ємно-планувальних (ОПР) та конструктивних рішень (КР) монолітних каркасних будівель виконано на основі нормативних джерел [4, 5]. Особливості інноваційних технологій зведення багатоповерхових монолітних каркасних споруд, зокрема методика цілочислового нормування, розглянуто в навчальному посібнику [6].

Складність оцінювання та порівняння безлічі варіантів обумовлені багатофакторністю вибору оптимального варіанту, що вимагає порівняння трудомісткості процесів, вартості та темпів будівництва [7, 8].

Маємо проблему, яка не дозволяє правильно, об'єктивно і спрощено оцінювати техніко-технологічні рішення, що в свою чергу є стримуючим чинником у розвитку будівельних технологій, особливо при розробці проектів виконання робіт та технологічних карт будівельних процесів [9].

Основним недоліком нормативної бази [10–13] є надмірно узагальнений (комплексний) підхід до розрахунку часових ресурсів. Зокрема, витрати часу на виконання технологічних процесів наведені без деталізації на окремі автономні операції. Нормування процесів зведення монолітних конструкцій тривалий час базувалося на збірниках ЄНІР [14], але ж за давністю даних (минуло 40 років) ці збірники втратили актуальність.

Постановка завдання. Мета роботи полягає у створенні практичного інструменту для вирішення науково-прикладної, конкретної задачі більш швидкого та з достатньою точністю визначення трудомісткості улаштування монолітних конструкцій каркасних багатоповерхових будівель у системі варіантного проектування, що підвищить ефективність прийняття оптимальних конструктивно-технологічних.

Для досягнення мети висунута робоча гіпотеза дослідження про те, що перехід у системі нормування часу з рівня будівельних операцій на рівень комплексу дій робітників, використавши відому у сфері машинобудування систему мікроелементного нормування MODAPTS [15], відкриває шлях до створення нової методології і системи нормування, яка буде динамічна і дозволить здійснювати оцінювання витрат праці на виконання будь-яких інноваційних технологій каркасного будівництва, навіть і тих, що розробляються.

За результатами дослідження слід сформувати бібліотеку макромодулів для зведення монолітних конструкцій, здійснити агрегацію мікрорухів у технологічно завершені блоки (M-BUD). Це дозволить здійснювати нормування на рівні операцій та комплексів дій, а не окремих рухів пальців, рук чи тулуба, зберігаючи при цьому точність розрахунків у межах 90–95%.

Основна частина.

На підставі проведеного аналізу встановлено: для створення інструментарію визначення трудомісткості зведення монолітних колон, пілонів, стін та плит необхідно дослідити систему мікроелементного нормування MODAPTS, як ту, що найбільш підходить для вирішення поставлених завдань дослідження (рис. 1).

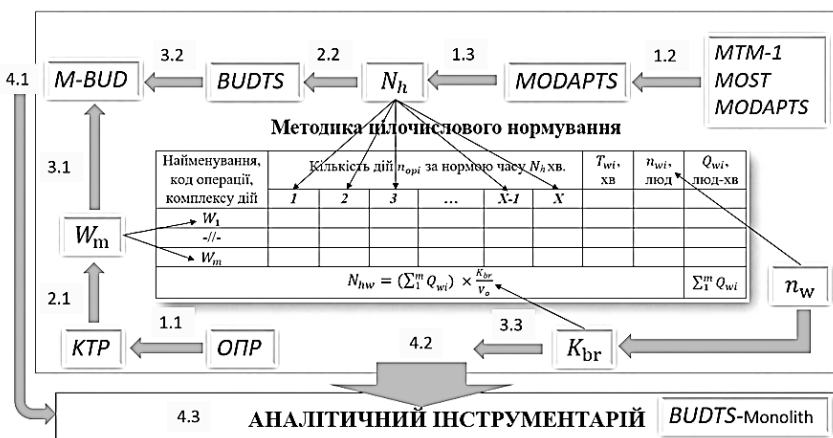


Рис. 1. Формалізована схема методики дослідження:

- 1.1 Аналіз сучасних тенденцій розвитку монолітних технологій.
- 1.2 Зарубіжний досвід застосування систем мікроелементного нормування.
- 1.3 Обґрунтування доцільності використання системи MODAPTS.
- 2.1 Відбір та формування системи факторів ОПР та KTP.
- 2.2 Концепція трансформації системи MODAPTS під умови будівництва.
- 3.1 Класифікація та структурна побудова макромодулів будівельних процесів.
- 3.2 Математичне моделювання базових макромодулів (M-BUD).
- 3.3 Розробка системи поправочних коефіцієнтів до оперативного часу.
- 4.1 Алгоритмізація визначення трудомісткості в комплексі BUDTS-Monolith.
- 4.2 Формування архітектури аналітичного інструментарію, бази даних.
- 4.3 Порівняльний аналіз результатів розрахунку за програмно-методичним комплексом BUDTS-Monolith та чинними нормативами КНУ.

Обґрунтовано доцільність використання системи MODAPTS як найбільш адаптованого методу для розробки аналітичного інструментарію визначення трудомісткості влаштування монолітних конструкцій.

Підставою для цього послужив детальний розгляд систем мікроелементних нормативів, MOST (Maynard Operation Sequence Technique – техніка послідовності операцій Мейнарда) [16] та MODAPTS (Modular Arrangement of Predetermined Time

Standards – модульна система встановлення мікроелементних нормативів [17], як найбільш поширені у світовій практиці системи. Усі вони належать до аналітичних методів, які передбачають синтез часових витрат на процес шляхом підсумовування часу виконання окремих мікроелементів [18, 19].

Система MOST базується на твердженні, що будь-яка ручна робота – це переміщення предметів. Замість того, щоб рахувати кожен мікрорух (як у системі MTM), MOST групує їх у логічні блоки (послідовності).

Система використовує стандартні моделі для різних типів робіт:

- загальне переміщення – вільне переміщення предмета (взяв, переніс, поклав);
- кероване переміщення – рух предмета за певною траєкторією (натискання важеля, обертання штурвала, ковзання по поверхні);
- використання інструменту – використання ручного інструменту (закручування болта, забивання цвяха, вимірювання).

Система MODAPTS – це найбільш сучасна, проста та практична система мікроелементного нормування. Вона базується на візуальному спостереженні за рухами тіла, що надає їй переваги у швидкості нормування рухів.

На відміну від MOST, де потрібно знати десятки табличних значень, у MODAPTS все зведено до одного базового модуля. Одиниця виміру 1 MOD дорівнює 0,129 секунди часу, необхідному для руху пальцем.

Система використовує унікальний цифровий код, наприклад, M3G2, де перша частина – це рух (Move), друга – захоплення об'єкта (Get). Рухи (M): класифікуються за частиною тіла, що задіяна (рис. 2). Цифра в коді прямо вказує на кількість одиниць MOD: M1 – рух пальцями; M2 – рух кистю; M3 – рух передпліччям; M4 – рух усією рукою; M5 – рух витягнутою рукою.

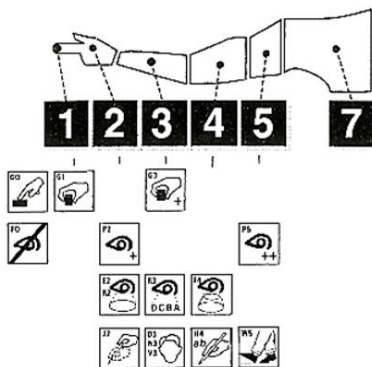


Рис. 2. Формалізована схема методу нормування MODAPTS [15]

Для вирішення завдань дослідження (див. рис. 1) з точки зору придатності відповідних методик до оцінювання часу рухів і дії влаштування монолітних конструкцій каркасних багатоповерхових будівель проаналізовані всесвітньо відомі системи мікроелементного нормування MOST та MODAPTS.

Підхід системи MOST створювати формули послідовності переміщення об'єктів збігається з принципами побудови системи цілочислового нормування,

проте використовує ту саму одиницю виміру, що у системі MTM та характеризується сотнями табличних значень для визначення часу виконання комплексу дій.

На відміну від MOST система мікроелементного нормування MODAPTS дозволяє швидко оцінити трудомісткість циклічних операцій, не перевантажуючи розрахунки зайвою точністю, яка все одно нівелюється погодними умовами чи особливостями робочих місць на будівельному майданчику.

Завдяки спрощеній системі кодування рухів за частинами тіла (див. рис. 2), система MODAPTS забезпечує оптимальний баланс між точністю розрахунків та швидкістю нормування, що є критично важливим для обґрунтування впливу факторів складності та відповідальності дій та факторів непродуктивних витрат часу на норму часу та норму витрат праці.

Для машино-будівельної галузі виробництва одиниця вимірювання часу у 1 MOD – 0,129 секунди вважається за нормальну, тому що цикли операцій за часом виконання не перевищують 1-2 хвилини та умови для рухів ідеальні. При зведенні монолітних конструкцій будівель тривалість операцій доходить до десятків хвилин, що потребує більш ретельного аналізу системи MODAPTS у напрямку використання окремих підходів до нормування та до адаптації MOD до умов будівельного майданчику.

Особливості будівельного виробництва змусили переглянути підхід до визначення мікромодуля MOD. За економічним аналізом тривалість розрахунків у спеціаліста для операції в одну хвилину займає приблизно 10 хвилин роботи, а при аналізі процесів тривалістю 20 хвилин спеціалісту знадобилося для розрахунків до 4 – 5 годин, тому укрупнення і перехід до макромодулів виглядає доцільним, якщо «на довгій відстані» точність розрахунків не вийде за межі $\pm 5\%$ - $\pm 10\%$.

Вагомим для переходу на макромодулі є дотримання критерію кількості повторень процесів. На відміну від машинобудівельної галузі, де повторюваність операцій доходить до тисяч на робочу зміну, в монолітному будівництві кількість однойменних операцій за робочу зміну значно менше (до 10 – 50). Збільшення норми в 5 – 10 разів – це перехід на інший рівень абстракції, де одиницею виміру стає не рух, а завершений етап роботи (дія, як сукупність рухів).

Призначення за один мод 0,25 – 0,5 секунди міняє всю систему MODAPTS, що знижує вартість аналізу витрат праці. Аргументацією для такого переходу є ускладнені умови роботи на процесах влаштування монолітних конструкцій багатоповерхових каркасних будівель. Для умов монолітного будівництва рішення збільшити 1 MOD до 0,25 – 0,5 секунди є фактично необхідним.

У монолітних технологіях на свіжому просторі класичний підхід з MOD у 0,129 секунди «розсипається», бо він розрахований на ідеальні умови цеху: рівна підлога, стабільне освітлення, нормальна температура, деталі під рукою тощо.

Будівельний майданчик – це агресивне середовище, де кожен рух об'єктивно стає довшим, тому потрібна корекція на відповідні умови. Наприклад, арматурник під час роботи стоїть на складній опорі, бетоняр працює на арматурній сітці, підмостках або слизькій опалубці. Витрачається час на підтримку рівноваги. Робота в товстих рукавицях, касці, з поясом безпеки обмежує амплітуду та швидкість рухів.

Погодні умови: вітер, холод або спека знижують реакцію м'язів. Тобто перехід на збільшений MOD (0,25 – 0,5 с) нагадує інтегрований коефіцієнт складності, що враховує роботу в нестационарних умовах.

Відмінності від MODAPTS характеризуються складнощами траєкторій рухів робітників та перешкодами, що виникають на шляху рухів. У цеху рука робітника рухається по прямій, а на операціях влаштування монолітних конструкцій рухи рук ускладнюються (наприклад, просування руки під арматурною сіткою, між арматурним каркасом та опалубкою тощо).

Алгоритм MODAPTS погано працює з вантажами понад 10–20 кг без спеціальних коефіцієнтів, не реагує на постійні очікування та координацію сумісних дій (багато парної роботи: один тримає – інший кріпить). Помилки виникають, коли рахуються тільки активні рухи, забуваючи про час статичного утримання.

Для переходу до гібридного MOD слід розділити операції на два рівні:

1) Рівень легкий (L-MOD = 0,25 с) використовуйте для чистих ручних маніпуляцій з дрібними деталями з тривалістю циклу до 200 MOD. Наприклад, в'язка арматурних вузлів, встановлення фіксаторів (зірочок, стільчиків), нанесення маркування тощо;

2) Рівень важкий (H-MOD = 0,5 с) використовуйте для макрорухів тривалістю циклів більш понад 200 MOD, де домінує вага та інерція, перенесення щитів опалубки вручну, робота з бетононасосом (утримання «хобота»), монтаж важких стоеків та балок опалубки тощо.

Виконана перевірка гіпотези на прикладі операції «в'язання арматурної сітки плити перекриття з «L-MOD» (табл. 1). Операція складається з підготовки дроту, просування його під арматуру та закручування гачком.

Таблиця 1

Розрахунок часу виконання операції (макромодуля) «в'язання одного вузла арматурної сітки плити перекриття»

Код рухів	Дія (елемент операції)	L-MOD
W5	Один крок до наступного вузла	5
M3	Протягнути руку за дротом на поясі	3
G1	Взяти підготовлену петлю дроту	1
B17	Нахилитися у позу «П» для в'язання вузла	17
M4 G1	Вирівнювання стрижнів	5
M4	Піднести дріт до вузла	4
M2P2	Просунути дріб під арматуру (складне позиціонування)	4
M3P3	Вставити гачок у петлю	6
C3	4 оберти гачком (динамічні рухи кистю)	12
M3	Витягнути гачок, відігнути кінці дроту	3
	Разом:	60

Розрахунок часу виконання операції за L-MOD = 0,25 с.

$$T_{op} = 60 \text{ L-MOD} = 60 \times 0,25 = 15 \text{ с.} \quad (1)$$

Коли арматурник в'яже сотні вузлів послідовно, він входить у стан "автоматизму", його рухи стають швидшими, проте виникає втома, яка враховується коефіцієнтом на відпочинок (приблизно 15% від оперативного часу операції). Ще потрібно додати коефіцієнт на підготовчі та завершальні дії (5%)

$$T_w = T_{op} \times K_v \times K_{Pz} = 15 \times 1,15 \times 1,05 = 18,11 \text{ с.} \quad (2)$$

Відеозйомка показала оперативну тривалість даної операції близько 13,5 с.

Похибка склала -10%, що підтверджує гіпотезу про доцільність переходу до гібридного MOD. Дане значення є усередненим операційним модулем, який дозволяє досягти точності розрахунків $\pm 10\%$ без надмірних витрат на мікрохронотраж кожної операції.

Висновки. За результатами аналізу системи MODAPTS виявлений ряд причин, за якими пряме використання методики для оцінювання будівельних операцій стає неможливим. У монолітних технологіях на свіжому просторі класичний MODAPTS не відповідає реальним умовам будівельного майданчику, бо він розрахований на ідеальні умови цеху: рівна підлога, стабільне освітлення, нормальна температура, деталі під рукою тощо.

За результатами дослідження розроблено авторську систему мікроелементного нормування BUDTS, яка є модифікацією MODAPTS, адаптованою до умов будівництва. Ключовою зміною є збільшення базової одиниці часу з 0,129 до 0,25 та до 0,5 секунди. Такі модулі дозволяють точніше врахувати інерцію рухів та складність маніпуляцій із важкими й великогабаритними матеріалами чи оснасткою. Трансформація системи у формат «макромодів» забезпечує високу швидкість нормування при варіантному проектуванні технологій зведення монолітних каркасних будівель.

Список літератури:

1. Осипов О.Ф., Осипов С.О., Осипова А.О. Зведення монолітних багатоповерхових будинків. Проектування технології: навч. посіб. Вид. 3-тє, випр. і допов. Київ: Ямчинський О.В., 2020. 195 с.
2. Гетун Г.В., Криштоп Б.Г. Багатоповерхові каркасно-монолітні житлові будинки. навч. посіб. Київ: КОНДОР, 2005. 220 с.
3. Монолітно-каркасний будинок: Особливості будівництва. URL: <https://park-hills.in.ua/ru/blog/monolitno-karkasnyy-budynok-osoblyvosti-budivnytstva>. (дата звернення: 12.12.2025).
4. ДБН В 2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2022.09.01]. К.: Мінрегіон, 2022. 53 с.
5. ДСТУ Б В.2.6-205:2015. Настанова з проектування монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій будівель та споруд. [Чинний від 2016.01.01]. К.: Мінрегіон, 2015. 28 с.
6. Тонкачєєв Г.М., Молодід О.С., Тонкачєєв В.Г., Шандра О.Г. Інноваційні технології каркасного будівництва: навч. посіб. К.: Видавництво Ліра-К, 2024. 316 с.
7. Осипов О.Ф. Науково-методологічні основи проектування технологій зведення монолітних конструкцій і споруд. *Містобудування та територіальне планування*. 2005. Вип. 21. С. 237-243.
8. Шаленний В.Т., Клочко Б.Г., Холоднюк В.П. Щодо необхідності удосконалення нормативної бази та організації сучасного монолітного домобудування. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2005. № 4. С. 54-58.
9. Молодід О.С., Шандра О.Г. Методи нормування процесів зведення монолітних будівельних конструкцій. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2023. Вип. 52(1). С. 55-61. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52\(1\).55-61](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52(1).55-61)

10. КНУ. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 6: Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Затверджені наказом Міністерства розвитку громад та територій України 31.12.2021. № 374. 119 с.
11. ДСТУ Б Д.2.2-1:2008. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Збирання та розбирання опалубки (збірник 6). К.: Мінрегіонбуд, 2008.
12. ДСТУ Б Д.2.2-2:2008. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Арматурні роботи (збірник 6) К.: Мінрегіонбуд, 2008.
13. ДСТУ Б Д.2.2-3:2008. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Бетонні роботи (збірник 6). К.: Мінрегіонбуд, 2008.
14. ЕНиР Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. М.: Стройиздат, 1987. 65 с.
15. Hei S., Zhang H. Identifying time wastage of prefabricated building hoisting operations based on the MODAPTS and field measurement method: A case study in Nanjing, China. *E3S Web of Conferences*, 2024, 546: 02009. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454602009>
16. Zandin B. *MOST Work Measurement Systems*. 3rd Ed. CRC Press, 2002. 552 p.
17. Sullivan B. *Heyde's MODAPTS: A Language of Work*. Brisbane, Australia: Heyde Dynamics Pty Ltd, 2001. 218 p.
18. Тонкачев В.Г., Тонкачев В.Г. Визначення тривалості процесу монтажу та демонтажу опалубки за методом цілочисленого нормування. *Будівельне виробництво*. 2019. №67. С. 31-36. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.67.31-36>
19. Tonkacheiev H.M., Rudnieva I.M., Tonkacheiev V.H., Priadko Yu.M. Features of standard time formation to implement construction processes: a case study. *Strength of Materials and Theory of Structures*. 2022. № 109. С. 141-149. DOI: 10.32347/2410-2547.2022.109.141-151.

Olena SHANDRA

Adaptation of the MODAPTS microelemental regulation system to the conditions of modern monolithic construction

The article examines the problem of standardizing technological processes for the installation of monolithic structures in multi-story frame buildings, stemming from the shortcomings of existing regulatory information sources that utilize an overly generalized (complex) approach to calculating time resources. An analysis of the current technological level of monolithic frame building construction revealed a significant number of structural and technological innovations not covered by current national or international labor cost standards. Furthermore, leading global construction companies do not disclose data regarding the labor intensity of their proprietary developments, creating a challenge in justifying optimal structural and technological solutions (STS) and necessitating the development of new analytical tools.

It is demonstrated that transitioning the time-standardization system from the level of construction operations to the level of worker action complexes, using the MODAPTS micro-element standardization system well-known in mechanical engineering, paves the way for a new, dynamic methodology. This system allows for the evaluation of labor costs for any innovative frame construction technologies, including those currently under development. The specific features of construction production required a revision of the approach to defining the MOD micro-module. Based on the research results, the author's micro-element standardization system "BUDTS" was developed, representing a

modification of MODAPTS adapted to construction conditions. The key change is the increase of the basic time unit from 0.129 to 0.25 and 0.5 seconds. Such modules allow for a more accurate accounting of movement inertia and the complexity of manipulating heavy and bulky materials or equipment. The transformation of the system into a "macro-mod" format ensures high-speed standardization during the alternative design of construction technologies for monolithic frame buildings.

Keywords: innovative technologies, monolithic structures, process standardization, micro-element labor physical movements (micro-element standardization), alternative design.

Дата надходження статті: 16.01.2026

Дата прийняття статті: 20.02.2026