

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ МОНОЛІТНОЇ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

COMPUTER MODELING OF THE DESIGN OF A MONOLITHIC SLAB FLOORING FOR A RESIDENTIAL BUILDING

Караван Б.В., Ph.D., старший викладач, ORCID ID: 0000-0002-0499-7544; (Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне); **Плисюк Т.Г., інженер, ORCID ID: 0009-0001-3537-258X;** (Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»)

Karavan B., Ph.D., senior lecturer, ORCID ID: 0000-0002-0499-7544; (The National University of Water and Environmental Engineering, Rivne); **Plysiuk T., engineer, ORCID: 0009-0001-3537-258X;** (State enterprise “State research institute of building constructions”).

Наведена методика моделювання та розрахунку житлового будинку в ПК «МОНОМАХ» з подальшим конструюванням залізобетонної монолітної плити перекриття для протирадіаційного укриття при будівництві багатоквартирного житлового будинку з об'єктами торгово-розважальної та ринкової інфраструктури в с. Бармаки, Рівненського району, Рівненської області.

The article describes the process of modeling a residential building in the MONOMAKH-SAPR 2016 software package. The main characteristics of materials and the structure as a whole are given. General diagrams of the model are shown, and the accepted load on the floor slab is described. The process of calculating a monolithic floor slab above the shelter is described in detail. It provides drawings of the deformation diagram of the building, a mosaic of displacements along the Z-axis (deflections), and isopoles of bending moments in the slab. It describes and illustrates the process of calculating the slab in the «SLAB» program. It demonstrates the materials used in the design of a monolithic slab. The process of selecting the required area of reinforcement bars for the background and additional reinforcement of the slab in the span and support zones is shown in detail. A formwork drawing of a monolithic floor slab was made in AutoCAD 2014. Based on the data obtained when calculating the slab in the MONOMAKH-SAPR software, the necessary drawings of the slab reinforcement layer by layer (lower, middle, upper zones) were made, and drawings with the location of the transverse frames of the slab in the support areas were provided. The reinforcement schemes for the capitals in the slab are

illustrated. The main reinforcement nodes of the slab are described in detail and illustrated.

Ключові слова: моделювання, проєктування, навантаження, розрахунок, результат, аналіз, конструкція, автоматизація, укриття, залізобетон.
Modeling, design, loading, calculation, result, analysis, construction, automation, shelter, reinforced concrete.

Вступ. Сучасне будівництво характеризується широким упровадженням інформаційних технологій, що значно підвищують ефективність проєктування, аналізу та оптимізації будівельних конструкцій. Одним із найважливіших елементів каркасних будівель є монолітна плита перекриття, від надійності та раціональності якої залежить міцність, довговічність і економічність споруди в цілому. Традиційні методи розрахунку, засновані на спрощених аналітичних моделях, не завжди дозволяють у повній мірі врахувати складні умови роботи конструкції, зокрема нерівномірність навантаження, змінність жорсткості та вплив суміжних елементів каркаса. Особливо це стосується процесу проєктування конструктивних елементів протирадіаційних укриттів [1].

У зв'язку з цим комп'ютерне моделювання набуває особливого значення як інструмент точного відтворення реальної поведінки залізобетонних плит у процесі експлуатації. Використання сучасних програмних комплексів, таких як МОНОМАХ-САПР, ЛІРА-САПР, SCAD Office, AutoCAD тощо, дає змогу автоматизувати процес розрахунку, провести детальний аналіз напружено-деформованого стану, оптимізувати витрати матеріалів і підвищити рівень безпеки конструкції.

Постановка мети і задач досліджень. Відповідно до чинних нормативних документів [2, 3, 4, 5] ставилось на меті розробити та проаналізувати комп'ютерну модель монолітної плити перекриття житлового будинку з урахуванням реальних умов навантаження та закріплення, а також визначення необхідної площі арматурних стержнів в прольотах та на опорах. Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- розробити геометричну модель монолітної плити перекриття над укриттям з урахуванням конструктивних особливостей житлової будівлі;
- виконати необхідні розрахунки на міцність та надійність будівлі в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР 2016;
- виконати статичний розрахунок монолітної плити перекриття за допомогою програмного комплексу МОНОМАХ-САПР 2016;
- провести аналіз отриманих результатів, визначити найбільш навантажені ділянки конструкції та оцінити її міцність і жорсткість;
- використовуючи програмний комплекс AutoCAD 2014 виконати креслення армування заданої плити перекриття;

- зробити висновки та запропонувати рекомендації щодо оптимізації конструкції та раціонального підбору арматури.

Методика досліджень. В даній статті розглядається одна із трьох секцій житлової будівлі розмірами в осях $29,31 \times 22,98$ м, висота будинку 35м, з монолітними залізобетонними зовнішніми стінами укриття. В підвальному поверсі роль несучих елементів виконують залізобетонні колони та пілони, а також цегляна кладка сходово-ліфтового блоку.

Просторова жорсткість будівлі та її стійкість забезпечується сумісною роботою монолітного залізобетонного диску перекриття та вертикальними стіновими конструктивними елементами – монолітними залізобетонними стінами. Комерційний поверх представлений несучими залізобетонними колонами та пілонами, а також цегляної кладкою сходов-ліфтового блоку, які в свою чергу розкріплені монолітними ригелями. Стіни житлових поверхів виконані з цегли керамічної.

Зовнішні несучі стіни укриття – монолітні залізобетонні, товщиною 400...500 мм;

Плита перекриття – монолітна залізобетонна, товщиною 350 мм.

Бетон для стін прийнято класу C25/30 (M400), арматура – класу A500C та A240C.

Бетон для плити перекриття прийнято класу C25/30 (M400) по міцності та марок F50 і W6, арматура – класу A500C та A240C.

Результати досліджень. Комп'ютерне моделювання житлового будинку починається із створення розрахункової моделі в ПК МОНОМАХ-САПР (див. рис. 1). Моделювання виконується всіх зблокованих секції будинку, щоб коректно врахувати взаємний вплив блок-секції одна на одну.

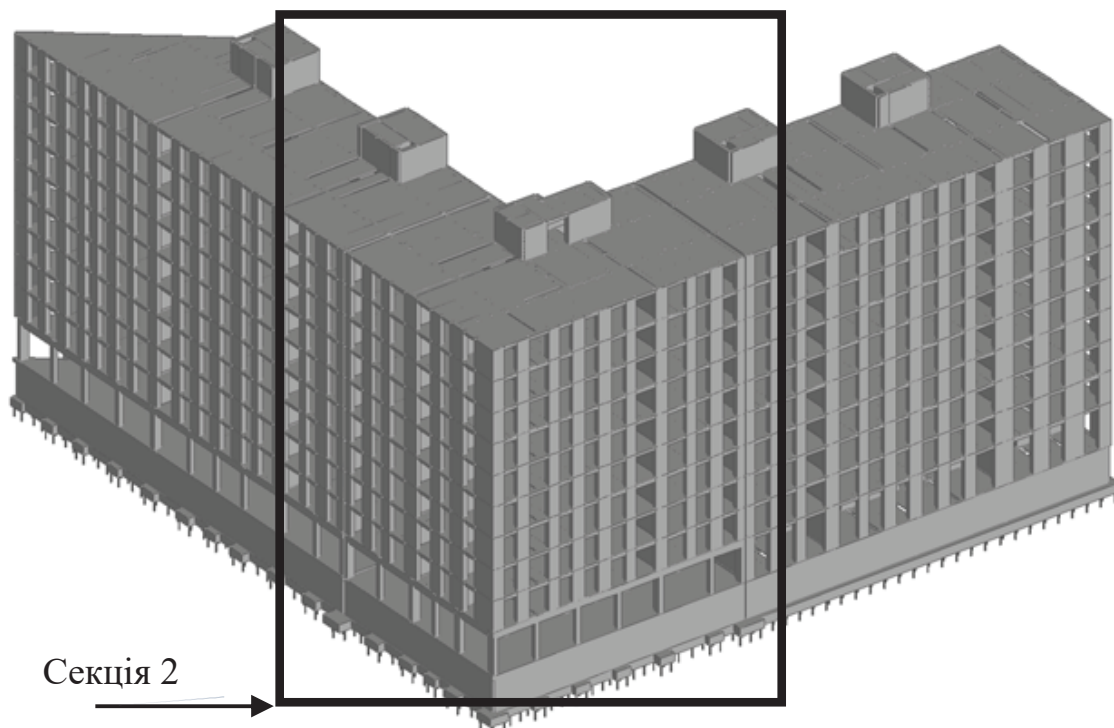


Рис. 1. Модель будівлі в програмному комплексі МОНОМАХ-САПР 2016

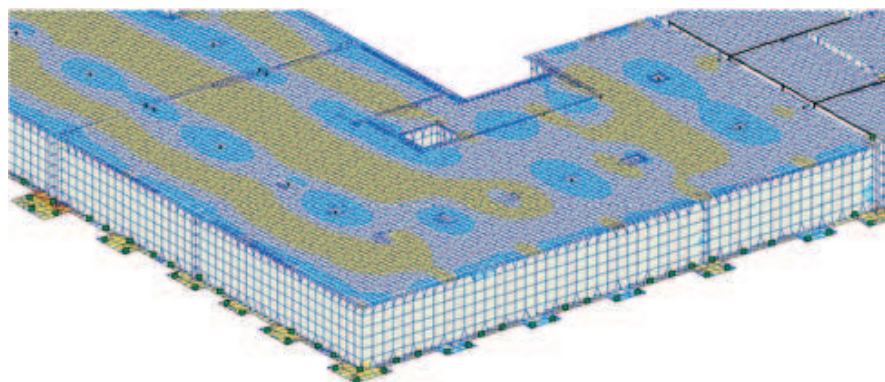


Рис. 2. Ізополя згинаючих моментів M_x в плиті перекриття

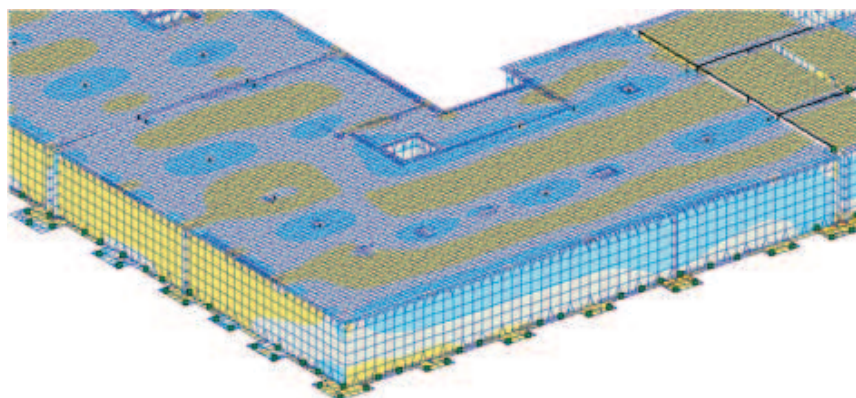


Рис. 3. Ізополя згинаючих моментів M_y в плиті перекриття

Проаналізувавши отримані дані в програмі «КОМПОНУВАННЯ» виконується імпорт монолітної плити перекриття над укріттям в програму «ПЛИТА», де розглядається вже окремо взятий конструктивний елемент. Керуючись нормами проектування конструкцій укріття [1] підбираємо необхідну площу армування з кроком фонові арматури нижньої/верхньої зони 150мм та діаметром 12мм. Результати підбору арматури зображено на рис.4, 5.

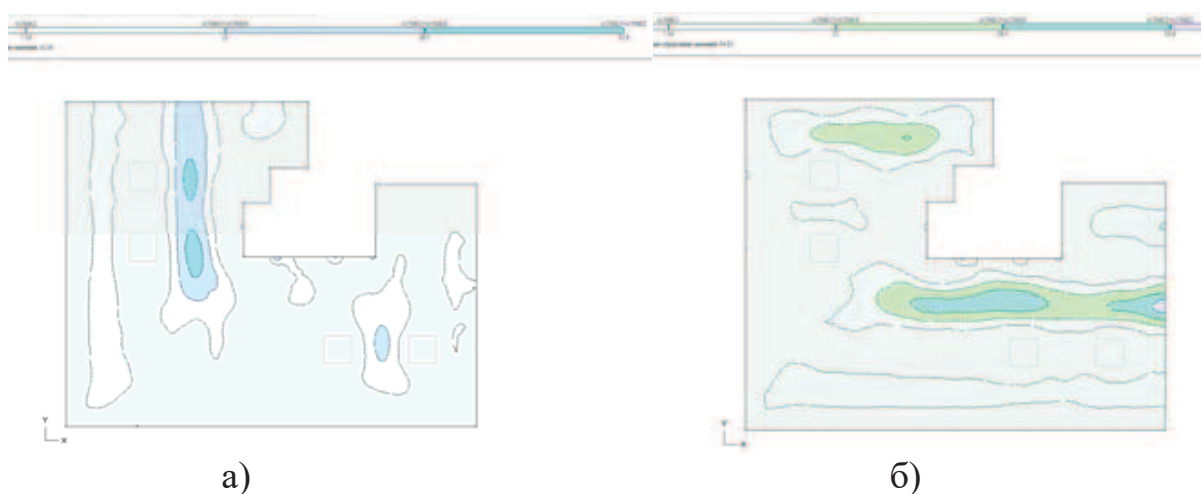
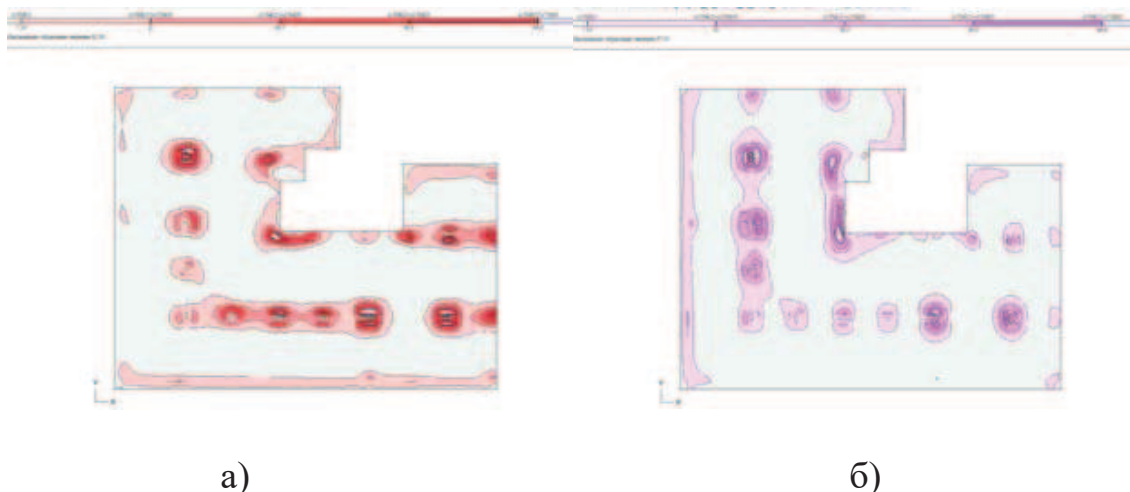
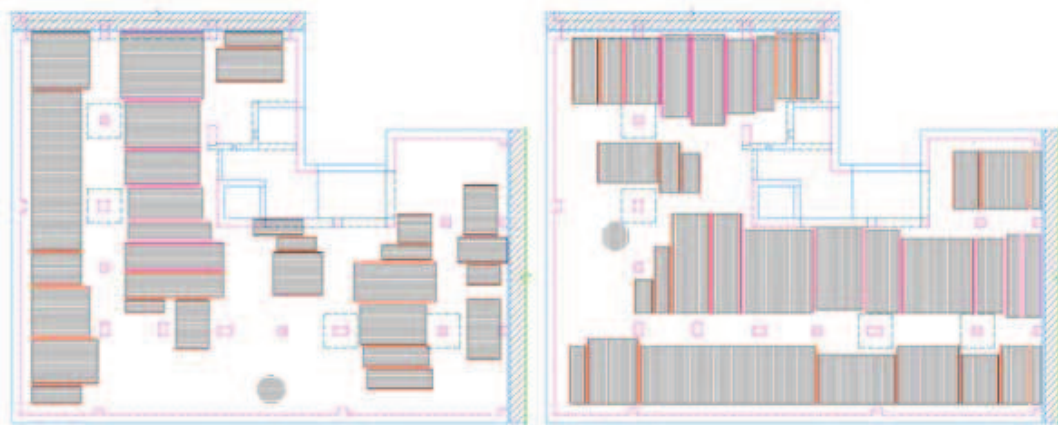


Рис. 4. Результати підбору необхідної площі арматури нижньої зони:
а) нижня арматура по A_y , б) нижня арматура по A_x

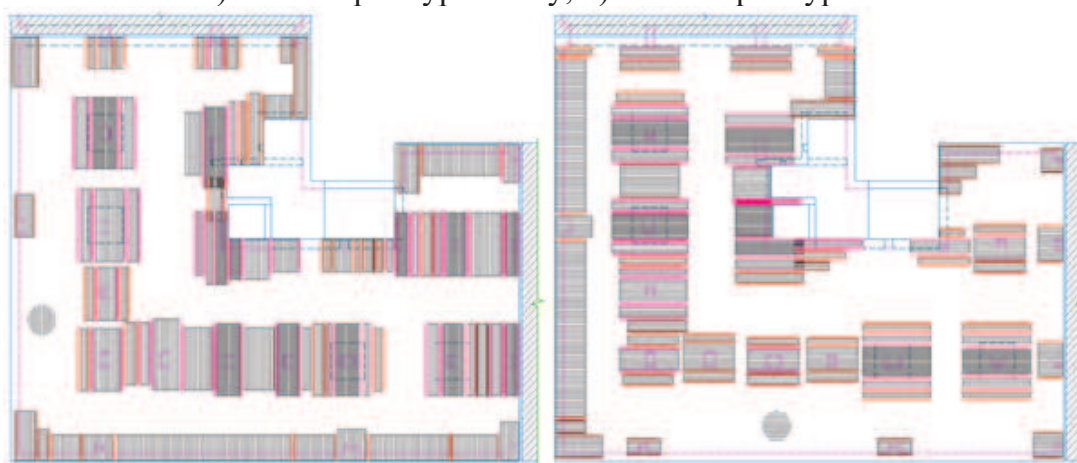


а) б)
Рис. 5. Результати підбору необхідної площі арматури верхньої зони: а) верхня арматура по A_x , б) верхня арматура по A_y

Наступним етапом є конструювання монолітної плити згідно проведених розрахунків. Використовуємо для цього програмний комплекс AutoCAD 2014.



а) б)
Рис. 6. Схема армування нижньої зони плити:
а) нижня арматура по A_y , б) нижня арматура по A_x



а) б)
Рис. 7. Схема армування нижньої зони плити:
а) верхня арматура по A_x , б) верхня арматура по A_y

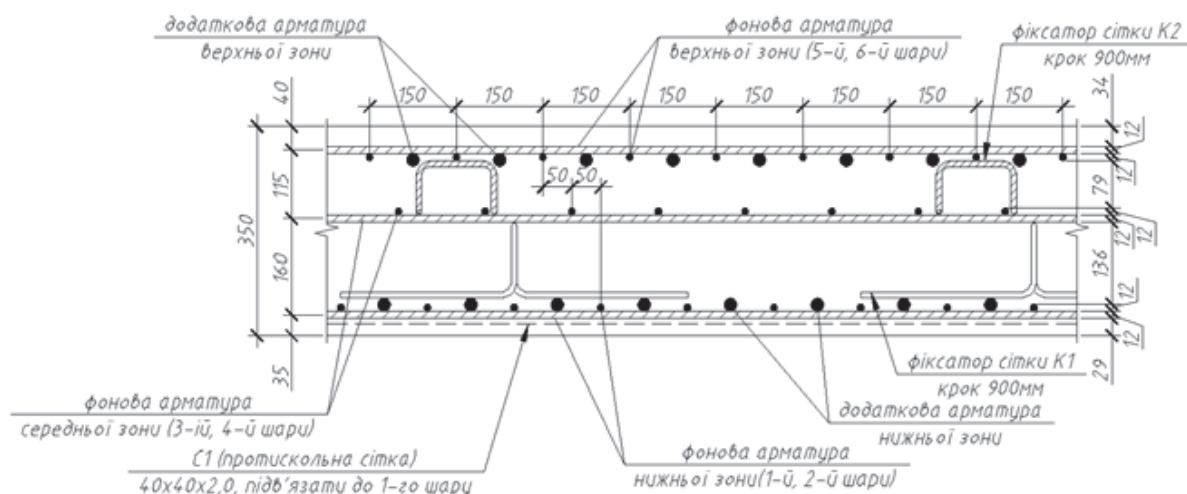


Рис. 8. Фрагмент армування плити

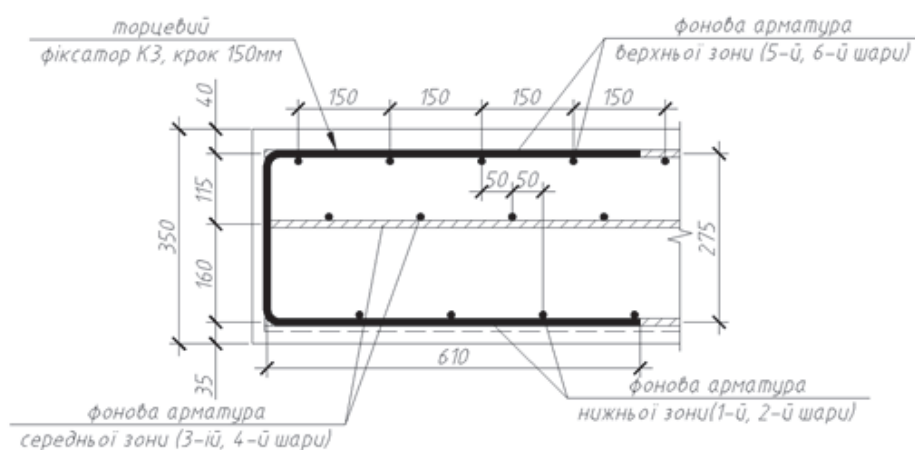


Рис. 9. Схема влаштування торцевих фіксаторів плити

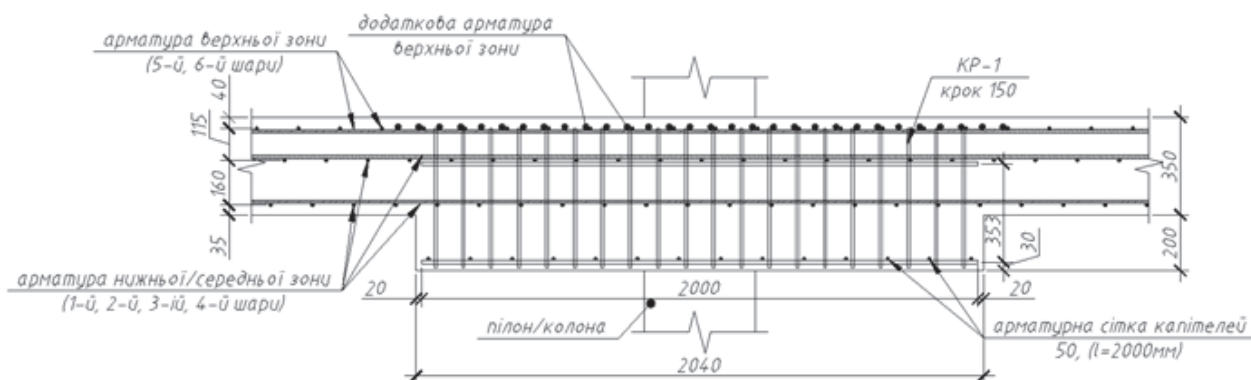


Рис. 10. Схема поперечного армування в зоні капітелей

Висновки та рекомендації. Було виконано комп'ютерне моделювання конструкції монолітної плити перекриття житлового будинку з використанням сучасних програмних засобів розрахунку будівельних конструкцій. Отримані результати дозволили зробити такі висновки:

- Комп'ютерне моделювання є ефективним інструментом для точного відтворення роботи залізобетонних конструкцій у реальних умовах навантаження та закріплення;
- Використання програмного комплексу МОНОМАХ-САПР забезпечує можливість оперативного виконання статичного аналізу, виявлення найбільш навантажених ділянок та визначення раціональної схеми армування;
- Розрахункова модель показала, що розподіл напружень і прогинів у плиті є нерівномірним, що підтверджує необхідність детального числового аналізу при проєктуванні монолітних перекриттів;
- Застосування комп'ютерних технологій у процесі проєктування сприяє підвищенню точності, надійності та безпеки конструкцій, а також скорочує терміни виконання проєктних робіт;
- Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність і практичну значущість застосування методів комп'ютерного моделювання при проєктуванні монолітних плит перекриття житлових будівель.

1. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту. [Чинний від 01.11.2023]. Вид. офіц. Київ: Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 123 с.

DBN V.2.2-5:2023. Zakhysni sporudy tsyvilnoho zakhystu. [Chynnyi vid 01.11.2023]. Vyd. ofits. Kyiv: Ministerstvo rozvytku hromad, terytorii ta infrastruktury Ukrainy, 2023. 123 s.

2. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проєктування. [Чинний від 01.01.2007]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України, 2006. 75 с.

DBN V.1.2-2:2006 Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnikh ob'iektiv. Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia. [Chynnyi vid 01.01.2007]. Vyd. ofits. Kyiv: Minbud Ukrainy, 2006. 75 s.

3. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. [Чинний від 01.01.2019]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2018. 30 с.

DBN V.1.2-14:2018 Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnikh obiektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel ta sporud. [Chynnyi vid 01.01.2019]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2018. 30 s.

4. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. [Чинний від 01.07.2011]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2011. 71 с.

DBN V.2.6-98:2009 Betonni ta zalizobetonni konstruktsii. Osnovni polozhennia. [Chynnyi vid 01.07.2011]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2011. 71 s.

5. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проєктування. [Чинний від 01.06.2011]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 118 с.

DSTU B V.2.6-156:2010 Konstruktsii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruktsii z vazhkoho betonu. Pravyly proektuvannia. [Chynnyi vid 01.06.2011]. Vyd. ofits. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy, 2011. 118 s.