



Doi: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-2-2023-6>

УДК 528.4



**ЯКОВЕНКО М. С.**

Завідувач лабораторії  
ДП «Державний науково-  
дослідний інститут будівельних  
конструкцій», Здобувач ступеня  
PhD кафедри геоінформатики  
і фотограмметрії Київського  
національного університету  
будівництва і архітектури,  
м. Київ, Україна,  
e-mail: yakovenko@ndibk.gov.ua  
тел.: +38 093 613 53 19  
ORCID: 0000-0001-7800-8166



**ЗОРІН Є. В.**

Провідний інженер ДП «Дер-  
жавний науково-дослідний  
інститут будівельних  
конструкцій»,  
м. Київ, Україна,  
e-mail: zorin@ndibk.gov.ua  
тел.: +38 098 624 69 87  
ORCID: 0000-0002-1449-3278



**БЕНЬ І. В.**

Інженер 1 категорії ДП «Держав-  
ний науково-дослідний інститут  
будівельних конструкцій»,  
м. Київ, Україна,  
e-mail: i.ben@ndibk.gov.ua  
тел.: +38 093 443 91 38  
ORCID: 0000-0003-3386-5433

## ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЧАСОВИХ ЗМІН ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЛІ/СПОРУДИ, ЩО ПОСТРАЖДАЛА ВІД БОЙОВИХ ДІЙ ВНАСЛІДОК ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ РФ

### АНОТАЦІЯ

Воєнні злочини РФ, яких зазнає Україна щодня протягом майже півтора року, спричинили значну кількість руйнувань житлових та адміністративних будівель. Тому, одним з головних завдань на сьогодні для сфери будівництва є відновлення зруйнованих об'єктів.

Після обстеження [10] наступним етапом геодезичного супроводу є інструментальний геодезичний моніторинг часових змін деформованого стану. До параметрів, що підлягають геодезичному спостереженню, відносяться, в залежності від конструктиву:

- для багатоповерхових цегляних та монолітно-каркасних будівель: моніторинг розвитку кренів, спостереження прогинів перекриттів, контроль висотного положення верхньої частини (найвищого поверху) каркасу будівлі,

моніторинг розкриття тріщин;

- для багатоповерхових великопанельних будівель: моніторинг горизонтальних зміщень зовнішніх стінових панелей, спостереження прогинів перекриттів, моніторинг розкриття міжпанельних швів.

Основним завданням моніторингу є вчасне запобігання деформаційним процесам будівель і споруд, що виникають внаслідок пошкодження несучих конструкцій та в процесі їх відновлення. Правильно підібрана методологія проведення моніторингу деформацій та регулярне його виконання дає змогу отримати своєчасні дані про наявність деформаційних процесів, їх швидкість та зони поширення. Ці дані дозволяють безпечно та якісно виконувати будівельні роботи з відновлення пошкоджених чи частково зруйнованих будівель і



споруд.

У статті розглядаються приклади проведення моніторингу на трьох об'єктах, що постраждали від воєнної агресії РФ, у місті Чернігів, а саме: житловий будинок по вул. Генерала Белова, 27, житловий будинок по вул. Генерала Белова, 37, корпус 3, та житловий будинок по вул. Вячеслава Чорновола, 15А. Всі три будинки були пошкоджені під час активних бойових дій на Чернігівському напрямку у лютому-березні 2023 року. Роботи з обстеження було розпочато у червні, роботи з відновлення та, відповідно, моніторинг деформацій – у серпні 2022 року.

Публікація наповнена матеріалами за результатами моніторингу будинків, а саме:

- спостереження розвитку кренів;
- моніторингу висотного положення верхньої частини каркасу;
- контролю прогинів плит перекриття;
- спостереження горизонтальних переміщень стінових панелей;
- визначення змін ширини розкриття тріщин.

Представлено графічні матеріали, на яких наведено результати моніторингу за переліченими вище параметрами та технології проведення робіт.

Обґрунтовано актуальність моніторингу деформацій в процесі відновлення будівель та споруд, що зазнали руйнувань внаслідок воєнної агресії РФ.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Моніторинг деформацій, геодезичний моніторинг, нівелір, тахеометр, крен, прогин, воєнна агресія РФ, воєнні злочини.

## GEODETIC MONITORING OF TEMPORAL CHANGES OF THE DEFORMED STATE DURING BUILDING/STRUCTURE RESTORATION, THAT HAD BEEN SUFFERED FROM THE CONSEQUENCES OF WARS MILITARY AGGRESSION OF THE RUSSIAN FEDERATION

### ABSTRACT

The war crimes of the Russian Federation, which Ukraine has been experiencing every day for almost a year and a half, have caused a significant amount of destruction of residential and administrative buildings. Therefore, one of the main tasks for the construction industry today is the restoration of destroyed objects.

After survey [10], the next stage of geodetic support is instrumental geodetic monitoring of temporal changes in the deformed state. Depending on the design, the parameters subject to geodetic observation include:

- for multi-storey brick and monolithic-frame buildings: monitoring of lurch development, observation of floor deflections, control of the height position of the upper part (top floor) of the building frame, monitoring of crack opening.
- for multi-storey large-panel buildings: monitoring of horizontal displacements of external

wall panels, monitoring of floor deflections, monitoring of opening of inter-panel joints.

The main task of monitoring is the timely prevention of deformation processes of buildings and structures arising from damage to load-bearing structures and in the process of their restoration. Properly selected methodology for monitoring deformations and its regular implementation allows obtaining timely data on the presence of deformation processes, their speed and propagation zone. These data allow to carry out construction work to restore damaged or partially destroyed buildings and structures safely and efficiently.

The article examines examples of monitoring at three objects affected by the military aggression of the Russian Federation in the city of Chernigiv, namely: a residential building on the street Generala Belova, 27, residential building on the street Generala Belova, 37, building 3, and a residential building on the street Vyacheslava Chornovola, 15A. All three buildings were damaged during active hostilities in the Chernigiv direction in February-March 2023. Survey work began in June, restoration work and, accordingly, deformation monitoring - in August 2022.

The materials of the article are based on the results of building monitoring, namely:

- observation of the development of lurches;
- monitoring of the height position of the upper part of the frame;
- control of deflections of floor slabs;
- observation of horizontal movements of wall panels;
- determination of changes in the crack opening width.

Graphic materials are presented, which show the results of monitoring according to the parameters listed above and the technology of work.

The relevance of monitoring deformations in the process of restoration of buildings and structures that were destroyed as a result of military aggression of the Russian Federation is substantiated.

**KEYWORDS:** monitoring of deformation processes, geodetic monitoring, level (optical instrument), total station theodolite, lurch, deflection, military aggression of the Russian Federation, war crimes.

### ВСТУП

Публікація зосереджена на приверненні уваги до безпечного та якісного виконання робіт з відновлення будівель і споруд, що постраждали внаслідок воєнної агресії РФ.

На кожному етапі робіт з відновлення слід залучати геодезичні служби для інструментального контролю, вишукувань, обстежень та моніторингу пошкоджених будівель, споруд, конструкцій та комунікацій (у разі необхідності).

На етапі обстеження об'єкту інженерно-геодезичні методи дають змогу виявити зміну гео-



метричних форм будівель та їх конструкцій, зокрема, зафіксувати не лише крени кутів та вихід із горизонтальної площини стін і стінових панелей, але й прогини та вигини перекриттів, що не завжди можливо оцінити без застосування інструментальних методів. Ці фактори є надважливими, оскільки впливають на загальний технічний стан будівлі, можуть спричинити аварійні ситуації та призвести до неякісного відновлення. Вплив цих факторів (параметрів) можна підтвердити або спростувати лише шляхом інструментальних досліджень.

Геодезичне забезпечення етапу будівельних робіт з відновлення можливо розділити на два етапи:

- під час демонтажних робіт, що дає змогу контролювати безпечно розбирання завалів та демонтаж зруйнованих і пошкоджених конструкцій. Таке забезпечення дозволяє зафіксувати зміни геометричних параметрів, перекриттів, стін, колон, перегородок тощо, які можуть виникати внаслідок динамічного впливу від демонтажних робіт;
- під час зведення нових конструкцій, коли геодезична служба забезпечує виноску та розбивку, контролює якість зведення шляхом виконавчих знімань новозведених конструкцій.

Геодезичний моніторинг часових змін деформованого стану забезпечує безпечно та доцільне виконання відновлювальних робіт на всіх етапах відновлення – від обстеження до введення в експлуатацію.

Моніторинг деформацій слід виконувати для

таких конструкцій:

- конструкції, що підлягають демонтажу, до повного їх розбирання;
- конструкції, що підлягають укріпленню та підсиленню, до підсилення та після;
- конструкції, що уціліли, але місця їх обпирання ушкоджені чи зруйновані;
- зовнішні стіни;
- конструкції найвищих поверхів, у разі, якщо нижче були пошкоджені несучі конструкції.

Першим та найважливішим етапом моніторингу є підбір методології і підбір матеріально-технічного забезпечення. Наступним, не менш важливим, етапом є встановлення спостережних станцій, виходячи з методології та технічного забезпечення. До цих двох етапів слід поставитися відповідально, оскільки допущені технічні помилки можуть призвести до аварійних ситуацій із загрозою здоров'ю та життю мешканцям і будівельникам.

Слід зауважити про ще один важливий фактор, який необхідно враховувати. На всіх трьох об'єктах, що представлені у публікації, головною метою відновлення було також підключення житлових будинків до зовнішніх інженерних мереж життєзабезпечення: електроенергії, водопостачання, водовідведення та тепlopостачання. Так, після підключення будинку до мереж, до квартир, що уціліли, одразу заселялися мешканці, і всі подальші будівельні роботи вже продовжувалися в заселених будинках. На рис. 1 наведено частково заселений житловий будинок по вул. Генерала Белова, 27, в м. Чернігів, процес відновлення якого не призупинявся.

а)



б)



**Рисунок 1** – Житловий будинок по вул. Генерала Белова, 27, м. Чернігів  
а – південна сторона будинку; б – північна сторона будинку





Це той важливий фактор, що підвищує рівень відповідальності виконання будівельних робіт, оскільки житловий будинок продовжує експлуатуватися, і кожна помилка може вартувати здоров'я та життя мешканців. В подібних умовах проводяться всі відновлювальні роботи, що стосуються поточного та капітального ремонту пошкоджених об'єктів.

### АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Моніторинг деформацій будівель і споруд інженерно-геодезичними методами та іншими інструментальними технологіями регламентовано чинними нормативними документами [1÷6]. Удосконалення та комбінування геодезичних методів моніторингу розглядалося у публікаціях [13, 15]. Застосування інженерно-геодезичних методів визначення змін геометричних параметрів під час обстеження технічного стану будівель та споруд, що постраждали від воєнної агресії, представлено у [10].

Темі обстеження та підходам до відновлення будівель та споруд присвячено публікації [10÷12, 16], що зосереджені на висвітленні загальнодержавних проблем, з якими стикаються науковці в процесі відновлення, та шляхах їх вирішення.

Темі геодезичного моніторингу деформацій будівель і споруд на сьогодні приділили значну увагу вітчизняні вчені-геодезисти та геотехніки, такі як: Баран П.І., Войтенко С.П., Шульц Р.В., Староверов В.С., Боровий В.О., Бурачек В.Г., Малік Т.М., Іванова Л.І., Андрющенко М.Ю., Бойко І.П., Третяк К.Р. та інші.

У статті використано матеріали з науково-технічних звітів з моніторингу деформаційних процесів [7÷9].

### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Моніторинг деформацій пошкоджених чи зруйнованих об'єктів забезпечить своєчасне, детальне та достовірне інформування про наявність деформаційних процесів з метою вчасного їх усунення та забезпечення якісного та безпечного процесу відновлення.

Процес поточного та капітального відновлення проводиться в умовах експлуатації уцілілих частин будівель і споруд, тож головним завданням моніторингу є контроль наявних деформаційних процесів, швидкість їх розвитку та зони поширення.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Один з основних напрямів геодезичної діяльності, що необхідно виконувати в процесі відновлення, – це геодезичний моніторинг часових змін деформованого стану будівель/споруд/конструкцій.

Деформаційні процеси можуть виникати на всіх етапах процесу відновлення, завдаючи шкоду пра-

цюючому персоналу і мешканцям та активізувати поширення деформацій на інші конструкції. Найуразливішими їх можна вважати на етапі розбирання завалів та демонтажу, а також на етапі відновлення несучих конструкцій і введення їх в роботу.

На основі досвіду ДП НДІБК можна виокремити п'ять основних типів деформаційних процесів:

- розвиток кренів будівель/споруд;
- зміна висотного положення верхньої частини каркасу будівлі (у випадку значних пошкоджень несучих конструкцій);
- розвиток прогинів перекриття будівель (якщо конструкції перекриття пошкодженні від пожежі чи вибухів);
- розвиток горизонтальних переміщень (зовнішніх стінових панелей) та розкриття швів між внутрішніми та зовнішніми стіновими панелями (притапання багатоповерховим крупнопанельним будівлям, у випадку, якщо від вибуху пошкоджено закладні деталі та перекриття);
- збільшення ширини розкриття тріщин.

Слід зауважити: якщо під час процесу відновлення відбувається технологічне втручання у фундаментну систему (тобто, проводяться роботи з відновлення, заміни або підсилення фундаментів, незалежно від конструктиву), до складу робіт з моніторингу слід включати спостереження вертикальних переміщень фундаментів шляхом спостереження осідань стін на найнижчому поверсі будівлі.

У публікації приведено технології та результати моніторингу деформаційних процесів на трьох житлових будинках в м. Чернігів: по вул. Генерала Белова, 27, по вул. Генерала Белова, 37, корпус 3, та по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А. Досвід ДП НДІБК з моніторингу подібних об'єктів, що постраждали від воєнних дій, розпочався з серпня минулого року. Упродовж червня проведено обстеження технічного стану та ступеня пошкодження десятків багатоквартирних житлових будинків в м. Чернігів. До складу робіт з обстеження входили й роботи з геодезичного обстеження [10]. Склад робіт, методика виконання, вимоги до технічного забезпечення – все це вирішувалося на місці шляхом детального огляду об'єкту та ступеня його пошкодження.

Зважаючи на низку вимог та екстремальні умови праці, було встановлено спостережні станції за всіма можливими параметрами деформаційних процесів конструкцій, що могли змінюватися як в процесі демонтажних робіт, так і пізніше під час виконання будівельних робіт.

Інструментальний моніторинг проводився, у середньому, від 3 до 6 циклів спостереження з періодичністю 1 раз на місяць, а саме:

- на пошкоджених конструкціях та на уцілілих конструкціях, на які обпиралися або лежали





Серпень 2022 року



Лютий 2023 року



Квітень 2023 року



Травень 2023 року

**Рисунок 2** – Часові зміни відбудови житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27

пошкоджені;

- у місцях тріщино-утворення у перекриттях, колонах, несучих стінах та швах між стіновими панелями;
- у приміщеннях, де було зафіксовано сліди пожежі та деструкції захисного шару перекриттів, колон, несучих стін тощо.

Важливим питанням також є періодичність моніторингу, тобто з яким інтервалом часу проводити вимірювання: 1 раз на місяць, 1 раз на тиждень чи 1 раз на день. Періодичність залежить від багатьох факторів, наприклад, від ступеню пошкодження несучих конструкцій, швидкості виконання будівельних робіт, наявності деформаційних процесів, вимог конструкторів тощо. На початку моніторингу інтервали між циклами було прийнято два тижні, після проведення 2-х циклів стало зрозуміло, що інтервал в 1 місяць буде оптимальним (за відсутності стрімких деформаційних процесів).

На рис. 2 зображено часові зміни на об'єкті по вул. Генерала Белова, 27: у серпні 2022 р. було встановлено спостережну станцію і розпочато моніторинг, а у лютому 2023 р. повністю демонтовано всі пошкоджені конструкції.

### **1. СПОСТЕРЕЖЕННЯ РОЗВИТКУ КРЕНІВ БУДІВЕЛЬ/СПОРУД**

Для вимірювання горизонтальних переміщень рекомендовано використовувати метод прямої багаторазової лінійно-кутової засічки за допомогою електронного тахеометра та триштативної системи. Цей метод забезпечує отримання величин горизонтальних переміщень з





похибкою, що не перевищує  $\pm 2$  мм. Для виконання цих робіт використовується електронний тахеометр з кутовою точністю  $2''$ .

При середній квадратичній похибці виміру кутових напрямків, рівних  $m_a = \pm 2''$ , і відстані до контрольних марок  $\approx 100 \div 150$  м очікувана середня квадратична похибка поперечного лінійного переміщення буде дорівнювати:

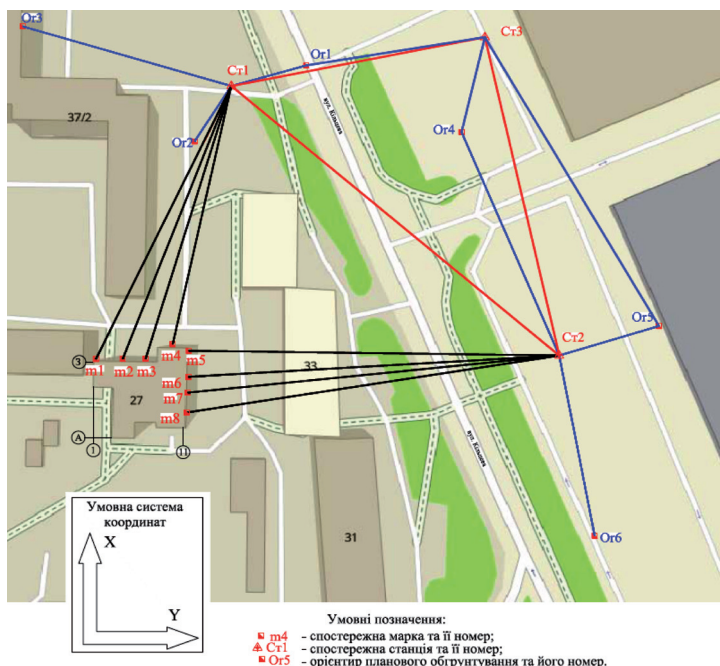
$$m\Delta = m_a \cdot L/\rho'' = \pm 2 \cdot 100000/206265 = \pm 1,0 \text{ мм.}$$

Похибка вимірювання похилої відстані електронним тахеометром становить  $\pm 2$  мм. Тож за умови рівного впливу, середньоквадратична похибка визначення координат контрольної марки складатиме  $\sqrt{1,0^2 + 2^2} \approx \pm 1,7$  мм. Також вираховуються похибки центрування приладу, наведення на мішень відбивача та вплив довкілля. Таким чином, величина похибки визначення координат контрольних марок не перевищувала  $\approx \pm 2$  мм.

При використанні цього методу стійкість вихідних знаків спостереженої станції є вирішальною умовою успішного проведення вимірів переміщень. Важливим також є вибір непорушних орієнтирних пунктів для прив'язки кутових вимірів.

На найвищі характерні вертикальні конструкції житлового будинку було встановлено світловідбивачі. Місця встановлення спостережних марок наведено на рис. 3.

Вихідні знаки планової основи закладено поза зоною очікуваного впливу від можливих деформацій. Стійкість вихідних знаків контро-



**Рисунок 4** – Схема розташування світловідбивачів та схема ходу по вул. Генерала Белова, 27

лювалась вирішенням зворотної лінійно-кутової засічки на віддалені орієнтири. За даними контролю за весь час вимірювань вихідні знаки свого планового положення не змінили.

Схема розташування спостережних марок (світловідбивачів), спостережних станцій та орієнтирів планового обґрунтування наведена на рис. 4.

Координати спостережних марок зведені у відомості (табл. 1).

Результати моніторингу розвитку кренів можна представляти в табличному або графічному вигляді. До графічного представлення результатів відносяться: графік розвитку переміщень в часі, схема векторів, що вказують напрям та величину переміщення, схема фактичного положення контуру будівлі за кількома циклами, епіюра переміщень тощо.

## 2. МОНІТОРИНГ ВИСОТНОГО ПОЛОЖЕННЯ ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ КАРКАСУ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

У зв'язку з тим, що пошкоджено несучі елементи монолітного каркасу житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А, виникла вірогідність деформаційних процесів, що можуть відбутися в тій частині будинку, що уціліла. За результатами обстеження 16 та 17 поверхи пошкоджень не зазнали, але враховуючи пошкоджені несучі елементи монолітного каркасу на 13–15 поверхах, є небезпека того, що уцілілі поверхи можуть зазнати деформаційних процесів. Для фіксування наявності деформаційних



**Рисунок 3** – Приклад встановлення спостережних марок по вул. Генерала Белова, 27



Таблиця 1 – Відомість відносних координат та зміщень в плані житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27

| Номер спостережної марки | 23.08.2022       |        | 14.09.2022       |        |                        |    |                               |                  | 18.11.2022      |                        |    |                               |  |
|--------------------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------------|----|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|----|-------------------------------|--|
|                          | Цикл вимірювань  |        | Цикл вимірювань  |        |                        |    |                               |                  | Цикл вимірювань |                        |    |                               |  |
|                          | Координати точок |        | Координати точок |        | Прирости координат, мм |    | Величина вектору зміщення, мм | Координати точок |                 | Прирости координат, мм |    | Величина вектору зміщення, мм |  |
|                          | X                | Y      | X                | Y      | ΔX                     | ΔY |                               | X                | Y               | ΔX                     | ΔY |                               |  |
|                          | 1                |        | 2                |        |                        |    |                               |                  | 3               |                        |    |                               |  |
| M1                       | 238.382          | 4.233  | 238.380          | 4.232  | -2                     | -1 | 2                             | 238.367н         | 4.310н          |                        |    |                               |  |
| M2                       | 238.413          | 16.507 | 238.412          | 16.505 | -1                     | -2 | 2                             | 238.552н         | 15.628н         |                        |    |                               |  |
| M3                       | 235.095          | 20.255 | 235.095          | 20.252 | 0                      | -3 | 3                             | 235.090          | 20.266          | -5                     | 11 | 12                            |  |
| M4                       | 239.762          | 28.671 | 239.760          | 28.668 | -2                     | -3 | 4                             | 239.759          | 28.683          | -3                     | 12 | 12                            |  |
| M5                       | 240.725          | 32.649 | 240.723          | 32.647 | -2                     | -2 | 3                             | 241.514н         | 32.659н         |                        |    |                               |  |
| M6                       | 234.261          | 34.616 | 234.259          | 34.615 | -2                     | -1 | 2                             | 234.258          | 34.614          | -3                     | -2 | 4                             |  |
| M7                       | 230.665          | 34.628 | 230.664          | 34.628 | -1                     | 0  | 1                             | 230.667          | 34.627          | 2                      | -1 | 2                             |  |
| M8                       | 219.559          | 32.685 | 219.556          | 32.683 | -3                     | -2 | 4                             | 219.556          | 32.683          | -3                     | -2 | 4                             |  |

процесів було встановлено спостережну станцію на вертикальних елементах покрівлі будинку у вигляді мережі осадових марок, надійно закріплених на вертикальних елементах, зокрема на цегляних парапетах.

Зазвичай, при виконанні спостережень за вертикальними переміщеннями несучих елементів каркасу влаштовується не менше двох вихідних реперів для забезпечення взаємного контролю

стійкості їх відміток. Така їх кількість забезпечує необхідну точність визначення вертикальних переміщень, прийняту в нашому випадку  $\pm 1.0$  мм для найбільш віддаленої від вихідного реперу марки. Висотні положення реперів були визначені з мінімальною можливою граничною похибкою.

Враховуючи, що сусідня секція була не ушкоджена, на покрівлі будинку було закладено 9 осадових марок.

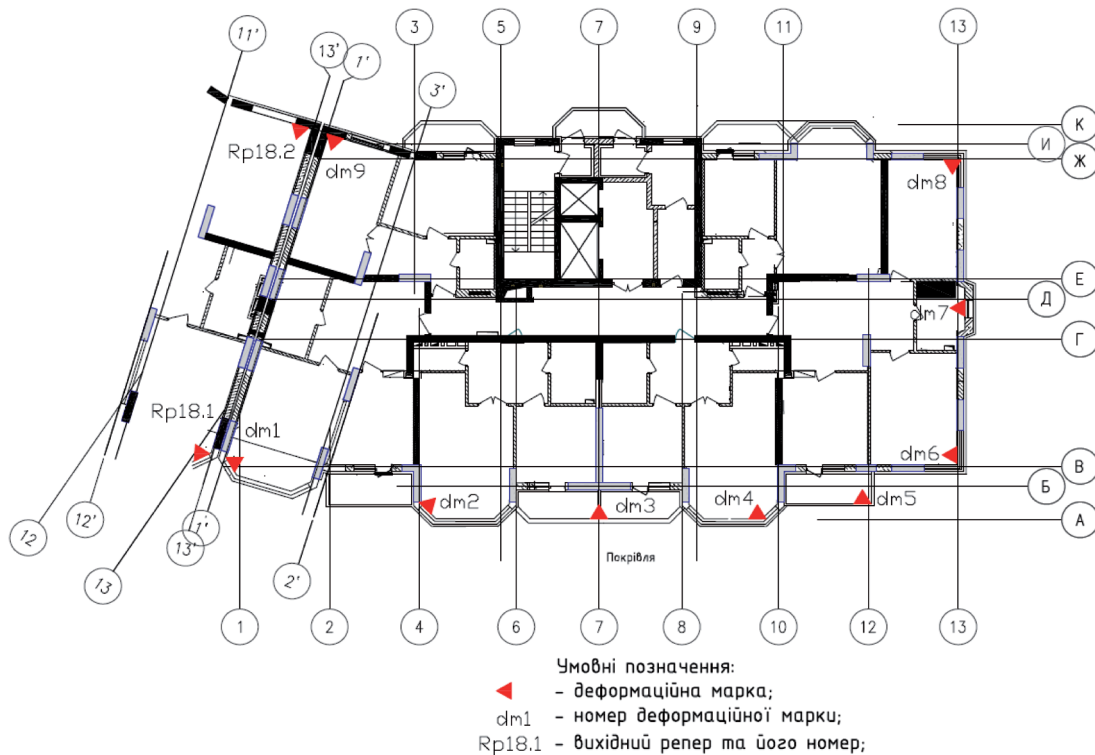


Рисунок 5 – Схема розташування деформаційних марок, встановлених на покрівлі житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А





дових марок. Схема розташування та нумерація осадкових марок представлена на рис. 5.

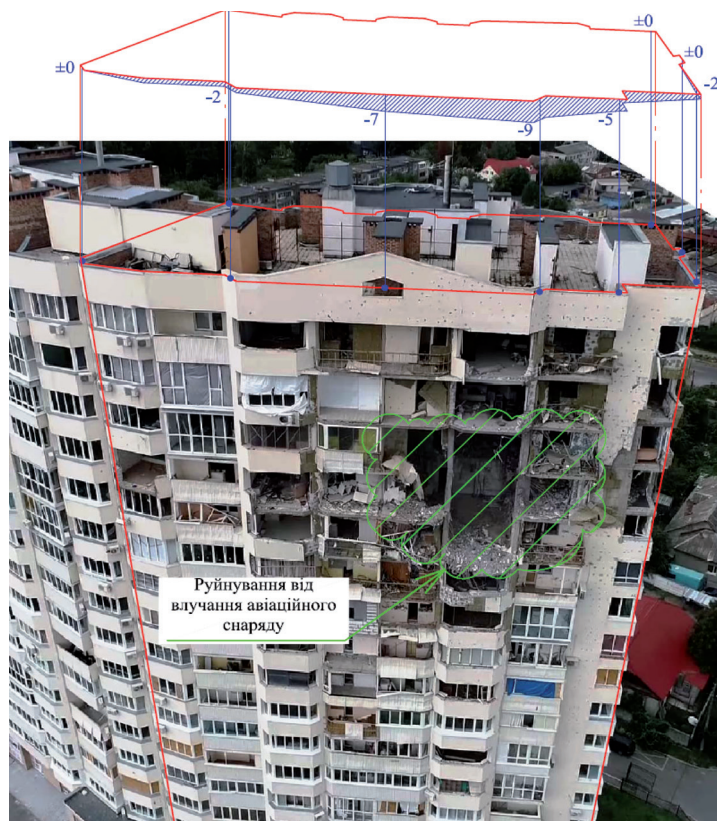
Вимірювання вертикальних переміщень елементів каркасу будівлі здійснювалось методом геометричного нівелювання II класу точності. Для виконання вимірювань вертикальних переміщень верхньої частини каркасу будівлі використовувався високоточний електронний нівелір та кодова рейка з інварною стрічкою.

Величина переміщення перекриття будівлі під кожною деформаційною маркою ( $\Delta h$ ) обчислюється як різниця між відмітками останнього і першого циклів вимірів цієї марки.

За результатами спостережень складено відомість відносних відміток та величин вертикальних переміщень деформаційних марок.

В табл. 2 для більш повного уявлення про характер розвитку вертикальних переміщень в часі в стовпчиках  $\Delta h$  приведено величини вертикальних переміщень деформаційних марок по відношенню до попереднього циклу вимірів, а в стовпчиках  $\Delta H$  – сумарні величини переміщень відносно першого циклу вимірів, виконаних 18 серпня 2022 року.

Результати моніторингу можна представляти в табличному або графічному вигляді. На рис. 6 представлено результати моніторингу у вигляді кривої лінії відхилень, що нанесена на фото об'єкту з



Умовні позначення:

$\pm 0$  - вертикальні переміщення осадкових марок, мм;

• - осадкова марка.

**Рисунок 6** – Результати моніторингу вертикальних переміщень деформаційних марок, встановлених на покрівлі житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А

**Таблиця 2** – Відомість відносних відміток та вертикальних переміщень деформаційних марок, встановлених на покрівлі житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А

| Номер деформаційної марки | 18.08.22    | 14.09.2022  |                 | 19.10.2022  |                 |                 | 17.11.2022  |                 |                 |
|---------------------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
|                           | Відмітка, м | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | $\Delta H$ , мм | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | $\Delta H$ , мм |
| 1                         | 2           | 3           | 4               | 5           | 6               | 7               | 8           | 9               | 10              |
| dm1                       | 51.470      | 51.470      | 0               | 51.470      | 0               | 0               | 51.470      | 0               | 0               |
| dm2                       | 51.493      | 51.491      | -2              | 51.491      | 0               | -2              | 51.491      | 0               | -2              |
| dm3                       | 51.522      | 51.519      | -3              | 51.517      | -2              | -5              | 51.515      | -2              | -7              |
| dm4                       | 51.464      | 51.461      | -3              | 51.458      | -3              | -6              | 51.455      | -3              | -9              |
| dm5                       | 51.455      | 51.454      | -1              | 51.452      | -2              | -3              | 51.450      | -2              | -5              |
| dm6                       | 51.480      | 51.479      | -1              | 51.478      | -1              | -2              | 51.478      | 0               | -2              |
| dm7                       | 51.501      | 51.500      | -1              | 51.500      | 0               | -1              | 51.501      | 1               | 0               |
| dm8                       | 51.460      | 51.459      | -1              | 51.459      | 0               | -1              | 51.460      | 1               | 0               |
| dm9                       | 51.455      | 51.455      | 0               | 51.454      | -1              | -1              | 51.455      | 1               | 0               |
| Rp18.1                    | 51.455      | 51.455      | 0               | 51.455      | 0               | 0               | 51.455      | 0               | 0               |
| Rp18.2                    | 51.563      | 51.563      | 0               | 51.563      | 0               | 0               | 51.563      | 0               | 0               |
| Середнє значення, мм      |             |             | -1.1            |             |                 | -1.9            |             |                 | -2.3            |



плановою прив'язкою до фактичного розташування деформаційних марок.

### 3. КОНТРОЛЬ ПРОГИНІВ ПЕРЕКРИТТІВ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Контроль прогинів пошкодженого перекриття житлового будинку виконується з метою запобігання аварійних ситуацій та виникнення обвалів.

Виконання моніторингу прогинів перекриття, в залежності від умов, можливо виконувати кількома способами нівелювання: геометричним та тригонометричним.

Організація моніторингу прогинів методом геометричного нівелювання включає:

- визначення фактичного положення;
- встановлення спостережних марок;
- інструментальні вимірювання відміток марок;
- складання відомостей відміток та схем з результатами нівелювання.

Організація моніторингу прогинів методом тригонометричного нівелювання включає:

- закріплення спостережної станції (місця візування);
- регулярне візування ділянки перекриття за однією й тією ж схемою та з тією ж щільністю точок;
- складання схем та побудова ізоліній, аналіз розташування ізоліній.

#### Метод геометричного нівелювання перекриттів.

Для визначення вертикальних переміщень плит перекриття житлового будинку на їх нижній поверхні були встановлені деформаційні марки. Схема розташування деформаційних марок, встановлених на перекритті 14-го поверху, наведена на рис. 7.

Вимірювання вертикальних переміщень точок перекриттів здійснювалось методом геометричного нівелювання. Для виконання вимірювань прогинів плит перекриття будівлі використовувався електронний нівелір та кодова рейка. Нівелювання марок виконувалось за наміченими ходами, щоразу за однією й тією ж схемою.

За результатами спостережень за переміщенням перекриття будівлі складено відомість відносних відміток та

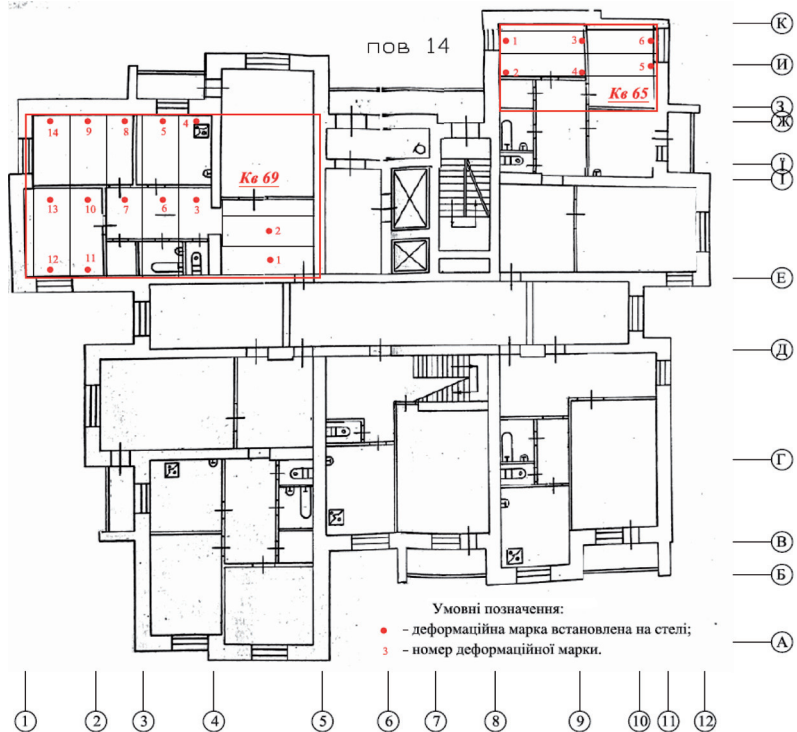


Рисунок 7 – Схема розташування деформаційних марок, встановлених на перекритті 14-го поверху житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27



Рисунок 8 – Результати моніторингу прогинів перекриття методом геометричного нівелювання житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27





Таблиця 3 – Відомість відносних відміток та величин вертикальних переміщень деформаційних марок, встановлених на перекритті житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27

| Номер деф. марки     | 19.08.2022  |                 | 15.09.2022  |                 |                 | 17.11.2022  |                 |                 | 28.12.2022  |                 |                 |
|----------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|-----------------|-----------------|
|                      | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | $\Delta H$ , мм | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | $\Delta H$ , мм | Відмітка, м | $\Delta h$ , мм | $\Delta H$ , мм |
| 1                    | 2           | 3               | 4           | 5               | 6               | 7           | 8               | 9               | 10          | 11              | 12              |
| 1                    | 68.977      | -23             | 68.977      | 0               | -23             | 68.977      | 0               | -23             | 68.977      | 0               | -23             |
| 2                    | 68.979      | -18             | 68.979      | 0               | -18             | 68.979      | 0               | -18             | 68.979      | 0               | -18             |
| 3                    | 69.000      | 0               | 69.000      | 0               | 0               | 69.000      | 0               | 0               | 68.997      | -3              | -3              |
| 4                    | 68.992      | -14             | 68.992      | 0               | -14             | 68.992      | 0               | -14             | 68.992      | 0               | -14             |
| 5                    | 68.985      | -20             | 68.985      | 0               | -20             | 68.984      | -1              | -21             | 68.984      | 0               | -21             |
| 6                    | 68.984      | -4              | 68.984      | 0               | -4              | 68.984      | 0               | -4              | 68.977      | -7              | -11             |
| 7                    | 68.967      | -15             | 68.967      | 0               | -15             | 68.967      | 0               | -15             | 68.955      | -12             | -27             |
| 8                    | 68.958      | -26             | 68.958      | 0               | -26             | недоступна  |                 |                 | недоступна  |                 |                 |
| 9                    | 68.981      | -22             | 68.981      | 0               | -22             | 68.981      | 0               | -22             | 68.980      | -1              | -23             |
| 10                   | 68.993      | -5              | 68.993      | 0               | -5              | 68.993      | 0               | -5              | 68.975      | -18             | -23             |
| 11                   | 68.976      | -18             | 68.976      | 0               | -18             | 68.976      | 0               | -18             | 68.974      | -2              | -20             |
| 12                   | 68.982      | -16             | 68.982      | 0               | -16             | 68.982      | 0               | -16             | 68.981      | -1              | -17             |
| 13                   | 68.995      | -6              | 68.995      | 0               | -6              | 68.995      | 0               | -6              | 68.980      | -15             | -21             |
| 14                   | 68.973      | -29             | 68.973      | 0               | -29             | 68.972      | -1              | -30             | 68.972      | 0               | -30             |
| Середнє значення, мм |             |                 |             |                 | -17.1           |             |                 | -15.9           |             |                 | -22.9           |

величин вертикальних переміщень деформаційних марок (табл. 3).

За наявності переміщень (для наочності сприйняття) результати моніторингу представлялися графічно у вигляді відхилень, зазначених на плані (рис. 8). Також розвиток прогинів можливо представити у вигляді графіку розвитку в часі.

#### Метод тригонометричного нівелювання перекриттів.

У місцях, де виконати зйомку за допомогою геометричного нівелювання було неможливо, використано метод тригонометричного нівелювання за допомогою електронного тахеометра. Точність даного методу значно поступається попередньому методу та становить  $\pm 5$  мм.

Тригонометричне нівелювання проводилося у безвідбивачевому режимі з необхідною щільністю точок, що забезпечує уявлення про характер пошкодження плит перекриття.

Умовна площина проходить через найвищу точку плити перекриття – точку із позначкою 0. Поруч із точками нівелювання вказано величину відхилення від умовної горизонтальної площини.

Контроль відхилень проводився не по всьому житловому будинку, а лише в місцях ураження (внаслідок відсутності вільного доступу до приміщень). В якості елементів, які на момент

зведення будинку знаходились в горизонтальних площинах, було використано плити перекриття.

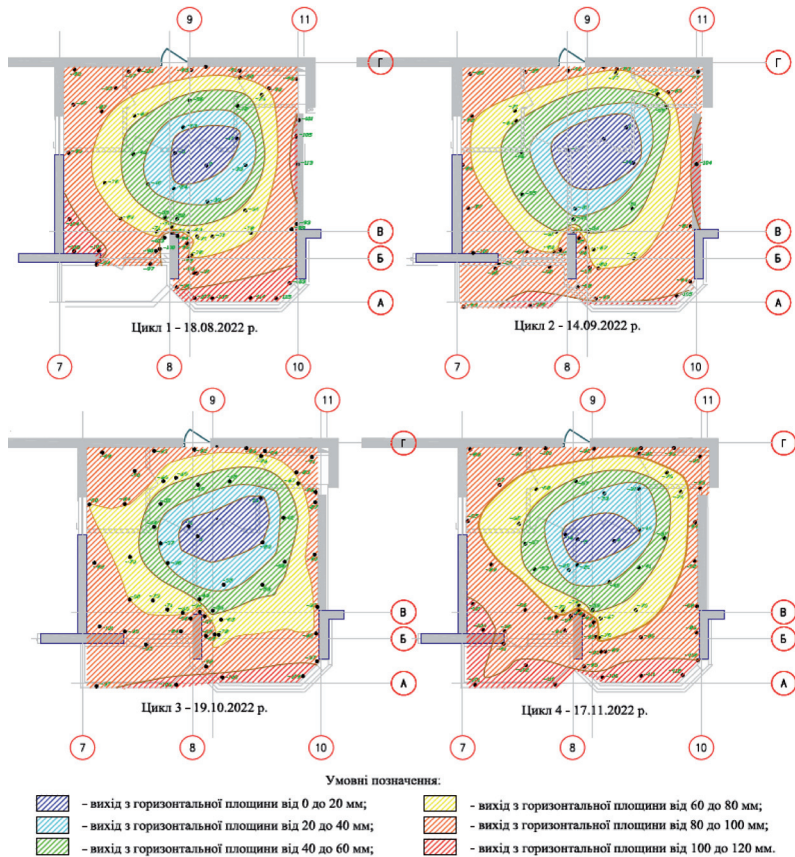
Моніторинг виконувався з одного і того ж місця встановлення приладу – спостережної точки, закріпленої на підлозі. Під час кожного циклу нівелювання виконувалося за однією і тією ж схемою. Крім того, це було повторення детальної виконавчої зйомки положення стелі.

За результатами тригонометричного нівелювання представлено результати у вигляді схем сегментів перекриття із побудованими горизонтальними (ізолініями). Для наочності сприйняття рівня деформування (рис. 9) горизонталі проведені через кожні 5 мм, а поля заштриховані різними кольорами.

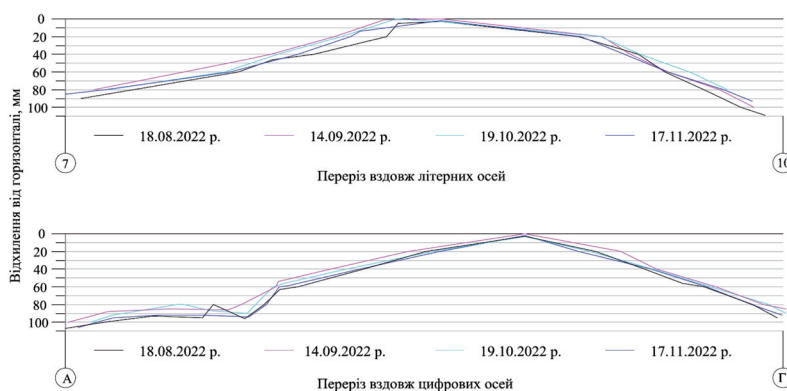
Загалом, проведено чотири цикли упродовж серпня – грудня 2022 року: 1-й цикл – 23 серпня, 2-й – 15 вересня, 3-й – 17 листопада та 4-й – 28 грудня.

Слід зауважити, що вибух відбувся всередині житлового будинку, внаслідок чого перекриття квартири № 69 на 14-му поверсі зазнало підйому вгору на величину до 100 мм.

З рис. 9 видно, що мінімальні значення зосередженні в центрі кімнати, а максимальні – по краях. Під час обстеження (зокрема й геодезичного) було припущено, що перекриття в центрі може опуститися до своєї проектної відмітки, або



**Рисунок 9** – Результати моніторингу методом тригонометричного нівелювання (4 цикли) житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А



**Рисунок 10** – Перерізи вздовж літерних та цифрових осей (4 цикли) житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А

й навіть нижче.

Для якісного аналізу і виявлення деформаційних процесів використано метод аналізу деформаційного поля в розрізі (рис. 10). Зокрема, розрізи будувалися по двох взаємно перпендикулярних лініях, що проходять через найбільші та найменші величини відхилень. Для об'єктивності аналізу точка перетину у всіх чотирьох циклах була постійною, незалежно від пла-

нового зміщення ізоліній. Аналіз перерізів показав, що деформацій, які б перевищували похибку вимірювань, не встановлено.

Інший графічний метод був розроблений для контролю першого та для аналізу зон поширення в плані. Він базувався на накладанні одних і тих же ізоліній за постійною точкою прив'язки до першого циклу. Аналізуючи рис. 11, можна відслідковувати планове положення ізополів, оскільки їх ущільнення означатиме наявність розвитку деформацій.

### **Визначення змін ширини розкриття тріщин.**

Спостереження за розкриттям тріщин виконуються з метою недопущення деформування зовнішніх та несучих стін. Вимірювальні пристрої, що використовуються для спостереження за зміною ширини розкриття тріщин, дають змогу одержати як якісні, так і кількісні показники розвитку тріщин.

Спостережна станція для вимірювання змін ширини розкриття тріщин являє собою визначену кількість спостережених пар марок із кольорового металу, встановлених на конструкціях житлового будинку (кожна пара марок по обидва боки тріщини).

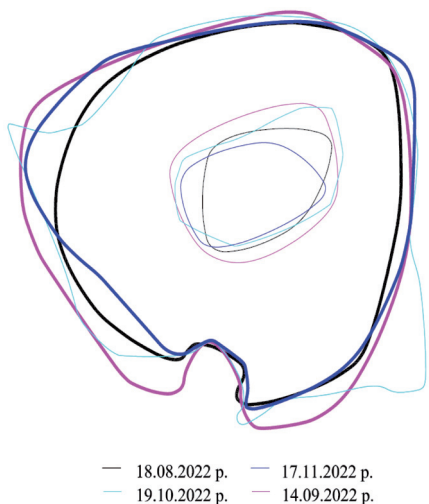
Закладання марок здійснювалося у доступних для спостережень місцях, де найбільше проявились процеси тріщиноутворення. Для зняття відліків використовувався вимірювач деформацій «SDM 50/500». Прилад оснащений індикатором годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. Межа вимірів змін ширини розкриття тріщин – до 10 мм (рис. 12).

Величина зміни ширини тріщини визначалась із різниці нульового і наступних за ним в часі відліків. Температурні коливання контрольної рейки до уваги не брались, так як вона виготовлена з інварного сплаву і має незначний коефіцієнт температурного розширення ( $\approx 0,000002$ ).

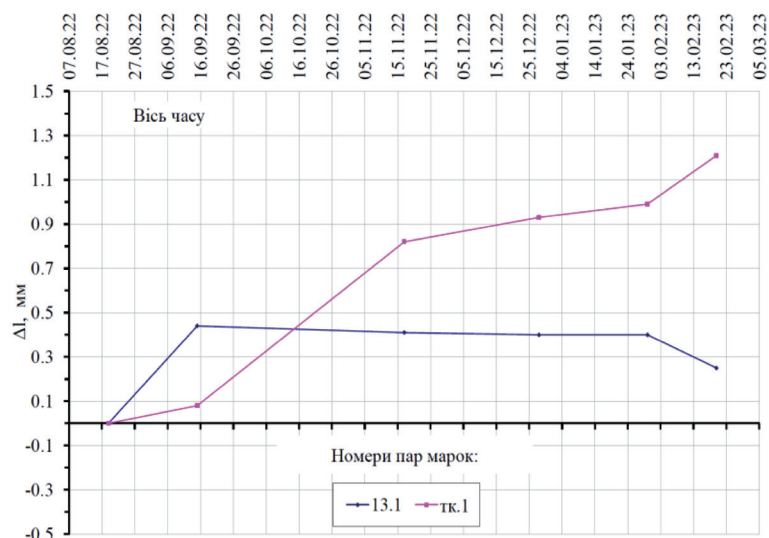
В табл. 4 приведені величини змін ширини розкриття тріщин по відношенню до першого циклу вимірів – 19 серпня 2022 року. Знак «+» означає, що тріщина розкривається, знак «-» – що закривається.

Для наочного сприйняття зміни ширини роз-





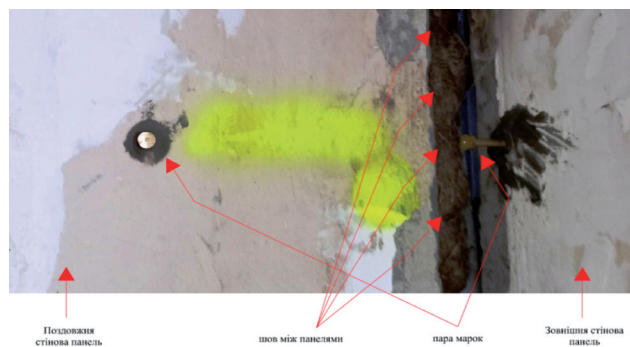
**Рисунок 11** – Планове положення ізоляції (4 цикли) житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А



**Рисунок 13** – Графік розвитку в часі зміни ширини розкриття тріщин по вул. Генерала Белова, 27



**Рисунок 12** – Спостереження зміни ширини розкриття тріщин приладом «SDM50/500»



**Рисунок 14** – Приклад встановлення пари марок на міжпанельний шов житлового будинку по вул. Генерала Белова, 37, корпус 3

Таблиця 4 – Журнал спостережень за змінами ширини розкриття тріщин в конструкціях житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27

| №<br>пар<br>марок    | Дати замірів           |                |                 |                        |                |                 |                                           |                        |                |                 |                                           |
|----------------------|------------------------|----------------|-----------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------------|
|                      | 19.08.2022             |                |                 | 15.09.2022             |                |                 |                                           | 17.11.2022             |                |                 |                                           |
|                      | Заміри, мм             |                |                 |                        |                |                 |                                           |                        |                |                 |                                           |
|                      | відлік<br>по<br>марках | контр.<br>база | $\Delta l_{00}$ | відлік<br>по<br>марках | контр.<br>база | $\Delta l_{01}$ | $\Delta l_1 = \Delta l_{01} - \Delta l_0$ | відлік<br>по<br>марках | контр.<br>база | $\Delta l_{02}$ | $\Delta l_2 = \Delta l_{02} - \Delta l_0$ |
| 1                    | 2                      | 3              | 4               | 5                      | 6              | 7               | 8                                         | 9                      | 10             | 11              | 12                                        |
| 13.1                 | 2.38                   | 2.61           | -0.23           | 2.64                   | 2.43           | 0.21            | 0.44                                      | 2.56                   | 2.38           | 0.18            | 0.41                                      |
| тк.1                 | 4.39                   | 2.39           | 2.00            | 4.51                   | 2.43           | 2.08            | 0.08                                      | 5.20                   | 2.38           | 2.82            | 0.82                                      |
| Середнє значення, мм |                        |                |                 |                        |                |                 | 0.26                                      |                        |                |                 | 0.62                                      |



криття тріщин в часі побудовано графік (рис. 13), за яким легко відслідковувати тенденцію її розвитку, періоди активності, а також коливання, що пов'язані зі зовнішнім впливом, зокрема, такими погодними умовами як температура повітря та рівень вологості.

#### **Спостереження горизонтальних переміщень стінових панелей житлового будинку.**

Для виконання даного типу робіт адаптовано метод спостереження зміни ширини розкриття тріщин, що надає можливість спостерігати тенденцію її розвитку з високою точністю.

Спостережна станція для вимірювання зміщень зовнішніх панелей являє собою визначену кількість спостережених пар марок із кольорового металу, встановлених на конструкціях будинку (одна марка встановлюється на поздовжній панелі, що надійно затиснута, а інша на зовнішній стіновій панелі, що може рухатись), а також приладу «SDM 50/500» з компаратором для зняття показань величин деформацій.

Закладання марок здійснювалося у доступних для спостережень місцях, де найбільше проявились процеси розкриття швів. У місцях, де закладні панелей пошкоджені, встановлювалося по 4 пари марок на панель, яка має прояви пошкоджених закладних (на кожен кут панелі). Пари марок встановлювалися з середини приміщень. Схема розташування пар марок представлена на рис. 14 та 15.

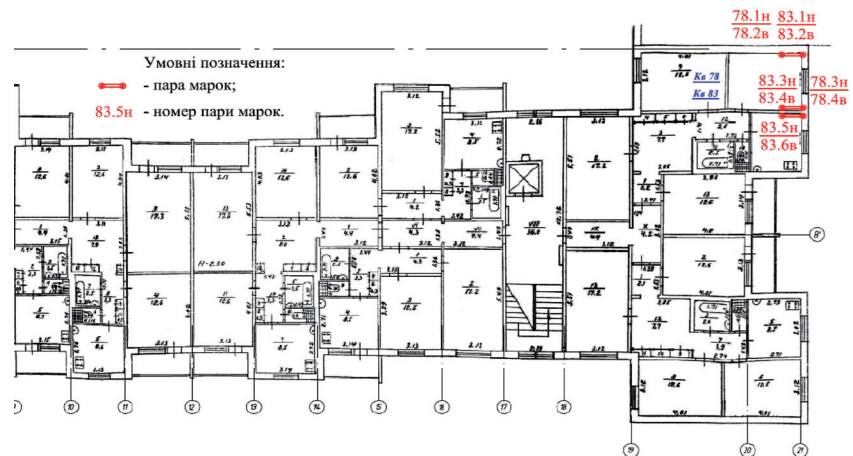
Для зняття відліків використовувався вимірювач деформацій «SDM 50/500». Прилад оснащений індикатором годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм. Межа вимірів змін ширини розкриття тріщин – до 10 мм.

Додатково планове положення відслідковувалося ззовні за допомогою електронного тахеометра та методу бічного нівелювання панелей.

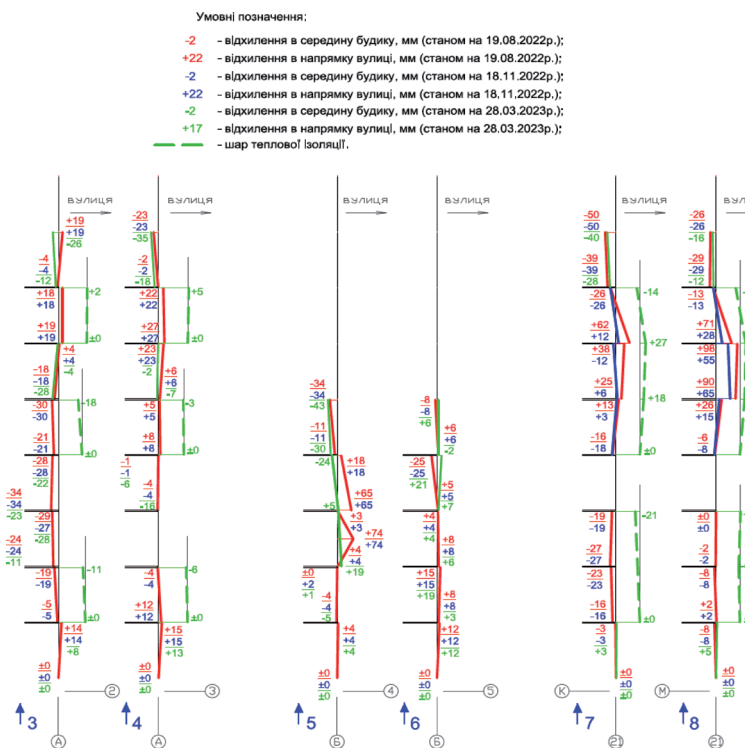
За вихідну точку приймалася найнижча, з величиною відхилення  $\pm 0$ . Різниця координат верху та низу грані кута (стіни) будинку дає величину та напрямок відхилення (виходу з вертикальної

площини) в даній умовній системі координат. Ортогональні осі умовної системи координат для спрощення розрахунків приймаються паралельними до головних осей будинку.

В даному випадку координування точок стінових панелей житлового будинку виконувалося у місцях, що постраждали від обстрілів. Для розуміння геометрії панелі, зазвичай, по кожній



**Рисунок 15** – Схема взаємного розташування пар марок для контролю розкриття міжпанельних швів житлового будинку по вул. Генерала Белова, 37, корпус 3



**Рисунок 16** – Результати зйомки відхилення від вертикалі зовнішніх стінових панелей житлового будинку по вул. Генерала Белова, 37, корпус 3





панелі було відзнято по 4 точки по кутах: дві знизу та дві зверху. До уваги бралися місця, де явно було зафіксовано порушення закладних та вірогідність горизонтальних переміщень стінових панелей. Зйомка панелей виконувалася зі станцій, що підбиралися у ортогональному відношенні до зовнішньої площини кожної панелі (рис. 16).

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Головною метою публікації є продемонструвати інформативність та актуальність робіт з геодезичного моніторингу часових змін деформованого стану під час відновлення будівель і споруд, що постраждали від бойових дій внаслідок воєнної агресії рф. Геодезичний моніторинг під час відновлення має надважливу роль та надає можливість завчасно відреагувати на початок деформаційних процесів, що призводять до обвалів та зрушень конструкцій, будівель та споруд.

Геодезичному моніторингу підлягають щонайменше 3-4 параметри, що залежать від типу конструктиву будівлі/споруди. До таких можна віднести: моніторинг розвитку кренів, спостереження прогинів перекриттів, контроль висотного положення верхньої частини (найвищого поверху) каркасу будинку, моніторинг розкриття тріщин – для багатоповерхових цегляних та монолітно-каркасних житлових будинків. Для багатоповерхових крупнопанельних житлових будинків: моніторинг горизонтальних зміщень зовнішніх стінових панелей, спостереження прогинів перекриттів, моніторинг розкриття міжпанельних швів.

Натурні інструментальні геодезичні вимірювання проведено в м. Чернігів на житлових будинках різних конструктивних схем, що постраждали від бойових дій внаслідок воєнної агресії рф.

За результатами моніторингу вдалось вчасно зафіксувати прогин плит перекриття та розвиток крену пошкодженої зовнішньої стіни, що стало аргументом для прийняття рішення по демонтажу конструкцій, що мають тенденцію до розвитку.

За результатами контролю міжпанельних швів вдалось переконати мешканців будинку про те, що вірогідність руйнувань відсутня.

Таким чином, моніторинг деформацій житлових будинків під час відновлення усуває ризики виникнення аварійних ситуацій, впливає на якість проведення будівельних робіт, забезпечує безпечне виконання робіт та перебування в ньому мешканців, дає можливість відкинути зайві попереджені висновки мешканців про наявність деформацій.

Перспективним напрямком подальших досліджень та публікацій буде проведення

інженерно-геодезичного моніторингу часових змін під час відновлення цивільних та промислових споруд, що зазнали руйнувань від воєнної агресії рф.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДБН В.1.3-2:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 55 с.
2. Наказ від 06.08.2022 № 144 «Про затвердження Методики проведення обстеження та оформлення його результатів» / Міністерство розвитку громад та територій України. Київ: 2022. URL: <https://www.minregion.gov.ua/base-law/reg-politics/plan-diynalnosti-minregionu-z-pidgotovki-proektiv-regulyatornih-aktiv/nakaz-vid-06-08-2022-%E2%84%96-144-pro-zatverdzhennya-metodyky-provedennya-obstezhennya-ta-oformlennya-jogo-rezultativ/>
3. ДБН В.2.1-5-2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
4. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд. Основні положення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 36 с.
5. ДБН А.2.1-1-2008. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Інженерні вишукування для будівництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. 76 с.
6. ДБНА.3.1.-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 46 с.
7. Інженерно-геодезичні дослідження деформаційних процесів конструкцій корпусу 3 житлового будинку на вул. Генерала Белова, 37 в м. Чернігів, пошкодженого в результаті військових дій «Капітальний ремонт (аварійно-відновлювальні роботи) житлового будинку по вул. Генерала Белова, 37 корп. 3 в м. Чернігів, пошкодженого в результаті військових дій» (СРВ за ДК021:2015 код 45453000-7 Капітальний ремонт і реставрація) (заклучний) / Звіт про НТР/ Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК), Керівник Ю. Мелашенко, Відповідальний виконавець М. Яковенко. Київ, 2023. 55 с.
8. Інженерно-геодезичні дослідження деформаційних процесів конструкцій житлового будинку по вул. Генерала Белова, 27 в м. Чернігів, пошкодженого в результаті військових дій «Капітальний ремонт (аварійно-відновлювальні роботи) житлового будинку по вул. Генерала



- Белова, 27 в м. Чернігів, пошкодженого в результаті військових дій» (СРВ за ДК021:2015 код 45453000-7 Капітальний ремонт і реставрація) (заключний) / Звіт про НТР/ Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК), Керівник Ю. Мелашенко, Відповідальний виконавець М. Яковенко. Київ, 2023. 78 с.
9. Інженерно-геодезичні дослідження деформаційних процесів конструкцій житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А в м. Чернігів, пошкодженого в результаті військових дій «Капітальний ремонт (аварійно-відновлювальні роботи) житлового будинку по вул. В'ячеслава Чорновола, 15А в м. Чернігів, пошкодженого в результаті військових дій» (СРВ за ДК021:2015 код 45453000-7 Капітальний ремонт і реставрація) (заключний) / Звіт про НТР/ Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (НДІБК), Керівник Ю. Мелашенко, Відповідальний виконавець М. Яковенко. Київ, 2023. 40 с.
  10. Яковенко, М. Щодо питань геодезичного обстеження будівель, що постраждали внаслідок воєнної агресії російської федерації. Наука та будівництво. 2023. № 33(3-4). URL: <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-4>
  11. Лісений, О., Глуховський, В., Мар'єнков, М., Дубовик, С., Любченко, І., & Яковенко, М. Обстеження, оцінка технічного стану та умови відновлення житлового будинку на Проспекті В. Лобановського, 6-а в м. Києві, пошкодженого внаслідок воєнних дій. Наука та будівництво. 2023. № 33 (3-4). URL: <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-6>
  12. Любченко, І., Фаренюк, Г., Рубан, Ю. Обстеження та аварійно-відновлювальні роботи на об'єктах, які зазнали пошкоджень внаслідок збройної агресії російської федерації. Наука та будівництво. 2023. № 33(3-4). URL: <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-5>
  13. Ishchenko, Y., Slyusarenko, Y., Melashenko, Y., Yakovenko, M., Ben I. Геотехнічний моніторинг в умовах ущільненої міської забудови. Наука та будівництво. 2020. № 25(3). С. 13-25. URL: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2>
  14. Яковенко, М., Нестеренко, О., Зорін, Є., Бень, І. Моніторинг сезонного розкриття тріщин на прикладі Національного заповідника «Софія Київська» . Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування. 2021. № (61). С. 276–291. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.61.276-291>
  15. Яковенко М. Огляд видів геодезичного моніторингу будівель і споруд в складних інженерно-геологічних умовах / М. Яковенко, О. Нестеренко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2020. № 55. С. 341-350. URL: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.341-350>
  16. Табаркевич, Н., Сергійчук, В., Белоконь, А., Табаркевич, О. Особливості обстеження та оцінки технічного стану житлового будинку, пошкодженого внаслідок військових дій, щодо його придатності до подальшої експлуатації. Наука та будівництво. 2023. № 35 (1). URL: <https://doi.org/10.33644/2313-6679-1-2023-4>
- ## REFERENCES
1. DBN V.1.3-2:2010. (2010). System for Ensuring Accuracy of Geometric Parameters in Construction. Geodetic Works in Construction. Kyiv: Ministry of Regional Development, Building, and Housing of Ukraine.
  2. Ministry of Community and Territorial Development of Ukraine. (2022). Order No. 144 of August 6, 2022: Approval of the Methodology for Conducting Surveys and Documenting Its Results. Kyiv. Retrieved from <https://www.minregion.gov.ua/baselaw/reg-politics/plan-diyalnosti-minregionu-z-pidgotovki-proektiv-regulyatornih-aktiv/nakaz-vid-06-08-2022-%E2%84%96-144-prozatverdzhennya-metodyky-provedennya-obstezhennya-ta-oformlennya-jogo-rezultativ/>
  3. DBN V.2.1-5-2007. (2008). System of Reliability and Safety Assurance for Construction Objects. Scientific and Technical Support for Construction Objects Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.
  4. DBN V.2.1-10-2018. (2018). Foundations and Bases of Structures. General Provisions. Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.
  5. DBN A.2.1-1-2008. (2008). Surveys, Design, and Territorial Activity. Engineering Surveys for Construction. Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.
  6. DBN A.3.1.-5:2016. (2016). Organization of Construction Production. Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine.
  7. State Enterprise “State Research Institute of Building Constructions” (NIISK). (2023). Geodetic and Engineering Research of Deformation Processes in the Structure of Building 3 on Generala Belova Street, 37, Chernigiv, Damaged as a Result of Military Actions: "Major Repair (Emergency Restoration Works) of Residential Building on Generala Belova Street, 37, Building 3,



- Chernigiv, Damaged as a Result of Military Actions" (CPV under DK021:2015 code 45453000-7 Major Repair and Restoration) (Final Report). Kyiv.
8. State Enterprise "State Research Institute of Building Constructions" (NIISK). (2023). Geodetic and Engineering Research of Deformation Processes in the Structure of Residential Building on Generala Belova Street, 27, Chernigiv, Damaged as a Result of Military Actions: "Major Repair (Emergency Restoration Works) of Residential Building on General Belova Street, 27, Chernigiv, Damaged as a Result of Military Actions" (CPV under DK021:2015 code 45453000-7 Major Repair and Restoration) (Final Report). Kyiv.
  9. State Enterprise "State Research Institute of Building Constructions" (NIISK). (2023). Engineering and geodetic research of deformation processes in the residential building at 15A Vyacheslava Chornovola Street, Chernigiv, damaged as a result of military actions: Capital repair (emergency-restorative works) of the residential building at 15A Vyacheslava Chornovola Street, Chernigiv, damaged as a result of military actions (CPV according to DK021:2015 code 45453000-7 Capital repair and restoration) (Final report). Kyiv.
  10. Yakovenko, M. (2023). Regarding the issues of geodetic survey of buildings affected by the military aggression of the Russian Federation. *Science and Construction*, 33(3-4). Retrieved from <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-4>
  11. Lisenyi, O., Glukhovskiy, V., Marienkov, M., Dubovyk, S., Liubchenko, I., & Yakovenko, M. (2023). Survey, assessment of the technical condition, and conditions for the restoration of the residential building at 6a V. Lobanovsky Avenue, Kyiv, damaged as a result of military actions. *Science and Construction*, 33(3-4). Retrieved from <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-6>
  12. Liubchenko, I., Farenjuk, G., & Ruban, Y. (2023). Survey and emergency-restorative works on objects damaged as a result of the armed aggression of the Russian Federation. *Science and Construction*, 33(3-4). Retrieved from <https://doi.org/10.33644/10.33644/2313-6679-34-2022-5>
  13. Ishchenko, Y., Slyusarenko, Y., Melashenko, Y., Yakovenko, M., & Ben, I. (2020). Geotechnical monitoring in conditions of dense urban development. *Science and Construction*, 25(3), 13-25. Retrieved from <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.2>
  14. Yakovenko, M., Nesterenko, O., Zorin, Y., & Ben, I. (2021). Monitoring of seasonal crack opening using the example of the National Reserve "Sofia Kyivska". *Contemporary Issues in Architecture and Urban Planning*, (61), 276–291. Retrieved from <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2021.61.276-291>
  15. Yakovenko, M., & Nesterenko, O. (2020). Overview of geodetic monitoring methods for buildings and structures in complex engineering-geological conditions. *Contemporary Issues in Architecture and Urban Planning*, (55), 341-350. Retrieved from <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2019.55.341-350>
  16. Tabarkevych, N., Sergiychuk, V., Belokon, A., & Tabarkevych, O. (2023). Features of survey and assessment of the technical condition of a residential building damaged as a result of military actions for its suitability for further operation. *Science and Construction*, 35(1). Retrieved from <https://doi.org/10.33644/2313-6679-1-2023-4>

Стаття надійшла до редакції 26.05.2023 року