

**А.А. Колосюк**, к.е.н., доцент, завідувач кафедри,  
Orcid 0000-0001-7220-4772;

**О.М. Нахмуров**, к.т.н., професор,  
Orcid 0000-0003-1081-8140;

**В.В. Захарчук**, ст. викладач,  
Orcid 0000-0002-0370-4113;

**Н.Ю. Шишкалова**, ст. викладач,  
Orcid 0000-0003-1749-5428;

**Р.Г. Юрковський**, к.т.н., професор  
Orcid 0000-0001-8864-1854.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

## ГЕОДЕЗІЯ ПОПЕРЕДЖАЄ АВАРІЮ

**Анотація.** Будівництво офісно-житлового комплексу в м. Одесі супроводжувалося геодезичним моніторингом за визначенням просторово-часового стану в процесі будівництва. На двох блоках комплексу А та Б, зведених на суцільній залізобетонній плиті, були виявлені нерівномірні вертикальні осідання із швидкістю в окремих точках більше 3 мм/міс., що значно перевищувало допустимі значення, згідно нормативних документів. Терміново було виконано уточнення інженерно-геологічного розрізу на майданчику будівництва, шляхом буріння трьох розвідувальних свердловин, розміщених на лінії максимальної деформації. Двома свердловинами на глибині 10-12 м виявлено підземні виробки (катакомби). Після їх тампонування продовжено будівництво. Надалі, геодезичний моніторинг показав стабілізацію осідання будівель.

**Ключові слова:** геодезичний моніторинг; деформаційні марки; осідання; крен; точність.

**Вступ (постановка проблеми)** В умовах зростаючого антропогенного впливу на літосферу, наявності підземних виробок (катакомб), непередбачуваних змін режиму ґрунтових вод та потрапляння в них агресивних домішок, що розмивають ґрунт, впливу добових і сезонних коливань температур, застосування при будівництві не апробованих технологій і конструкцій — першочергове значення мають кількісні оцінки просторово-часових змін положення об'єкта, що отриманні об'єктивними геодезичними методами спостережень.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Науково-дослідна лабораторія "Геодезичне забезпечення будівництва та реконструкції будівель і споруд" (НДЛ) Одеської державної академії та архітектури (ОДАБА) має багаторічний досвід геодезичного супроводу як будівництва сучасних висотних будівель, так і реконструкції таких унікальних пам'яток архі-

тектури: Одеський оперний театр, Лютеранська церква (Кірха), "Пасаж" на вулиці Дерибасівській та інших. Тільки результати геодезичного моніторингу забезпечили підготовку якісних рекомендацій щодо прийняття своєчасних заходів для забезпечення подальшої безаварійної експлуатації цих об'єктів.

**Мета та завдання.** Геодезичний супровід будівництва та експлуатації будівель і споруд дає кількісну оцінку деформаційних процесів, дозволяє визначити їх можливі причини і джерела, дати своєчасні рекомендації для проведення відповідних заходів для подальшого будівництва.

**Матеріали та методика досліджень.** Перша в Росії кінно-залізної дорога була побудована в Одесі в 1865р. і в 1893р. була продовжена до ресторану на палях "Аркадій". Ресторан розміщувався в мальовничій балці, що веде до моря, в дачній місцевості на Малій Фонтанці Аркадією (рис. 1). Цей "райський



Рис. 1. Аркадія на рисунках і літографіях, кінця XIX століття



Рис. 2. 106-метровий житловий комплекс "Ark-Palace" в м. Одесі

куточок" Одеси, популярне місце відпочинку — де на горизонті, небо торкається моря, а нинішнє живе минулим, одесити назвали за образом народженої античними авторами "щасливої країни, гарної природи і щасливих людей".

В ландшафт цього заповідного району гармонійно вписався офісно-житловий комплекс "Ark Palace" (рис. 2).

Комплекс складається з двох об'єктів — 20 і 24 поверхових будівель, з'єднаних між собою загальним

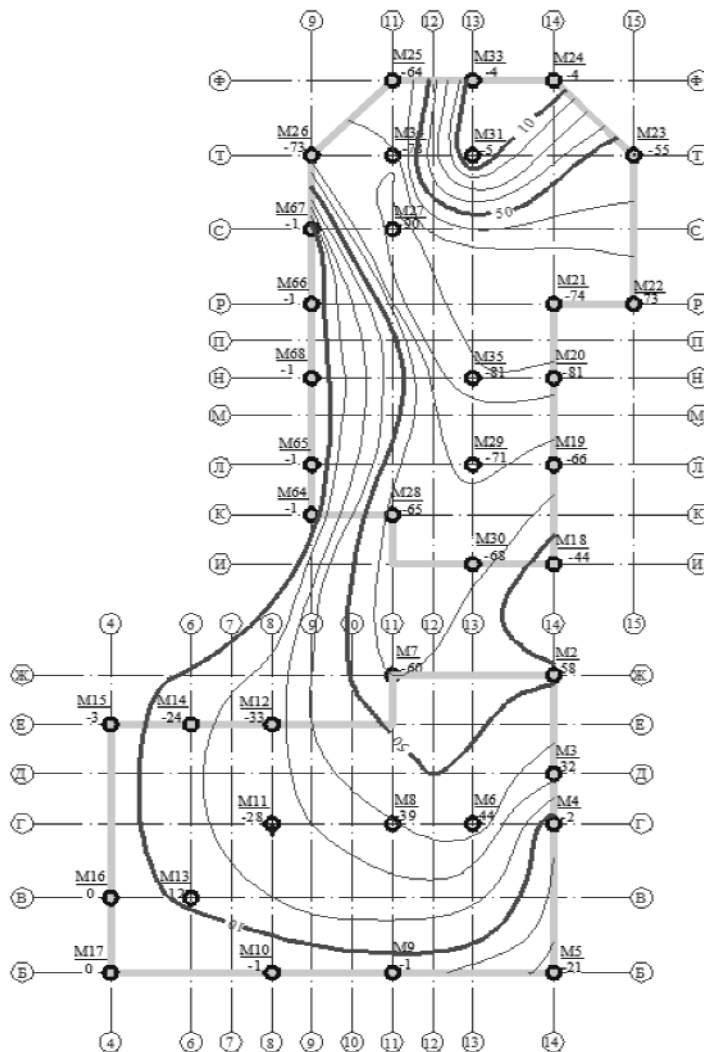


Рис.3 Деформаційні марки блоків А і Б та їх осадка на 14.04.2007 р.

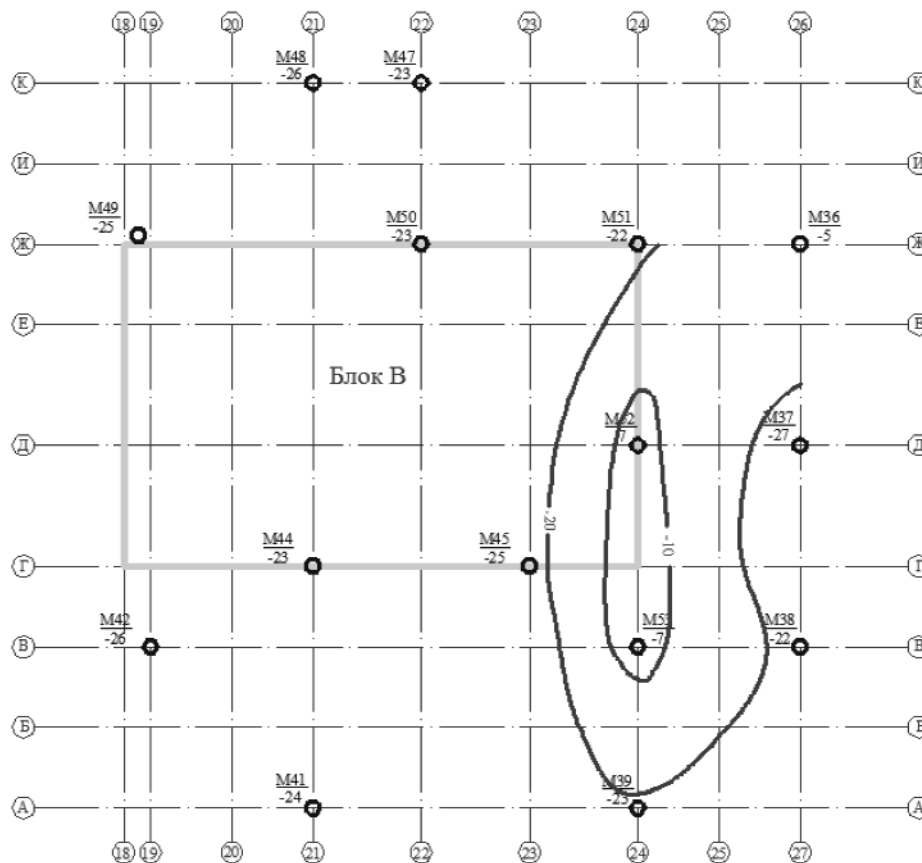


Рис. 4. Деформаційні марки блоку В та їх осадка з початку геодезичних спостережень

підземним простором, більшу частину якого займає дворівневий підземний паркінг. На першому і другому поверхах представлена інфраструктура комплексу. Між житловими поверхами і стилобатною частиною розміщується технічний поверх, висотою 2,7 м. Житлові приміщення, висотою 3,3 м починаються з позначки четвертого поверху.

Фундаментом блоків А і Б служить суцільна залізобетонна плита, а блок В зведений на пальовій основі.

**Результати досліджень.** Геодезичний моніторинг супроводжував всі етапи будівництва і складався з регулярних циклів визначення вертикальних зміщень (осідань) і поверхових (по ходу зведення) виміряних кренів блоків. Геодезичні роботи виконувались в міській системі координат і Балтійській системі висот 77 року.

З метою прогнозування і своєчасного прийняття заходів щодо забезпечення безпечного продовження будівництва в колони підвальних приміщень блоків А і Б (рис.3) і блок В (рис.4), на позначці 6,100 м були закладені деформаційні марки.

Свердловини були орієнтовно розміщені на лінії перепаду максимальних деформацій. Свердловину №1 пробурено за межами залізобетонної плити основи блоку, а свердловини №1 і №2 пробурені з підвалу блоку. У товщі вапняків-черепашника пильних на глибині 10-12 метрів свердловинами №1 і №2 розкриті підземні виробки (катакомби). В основі вони частково заповнені піщано-гравійною сумішшю, але під їх основою зафіксовані порожнечі висотою 0,2 – 0,3 м. Висота штольні сягає 2,1 м.

Катакомби було терміново затамповано рідк-

им піском і як показали подальші, (по мірі зведення будівель) спостереження: 8 циклів в 2007р., 7 циклів в 2008р., 2 цикли в 2009р., 6 циклів в 2010р., за циклами в 2013-2019 роках – осідання становило 0 – 2 мм, тобто практично припинилось. Це дозволяє зробити висновок, що свердловини №1 і №2 потрапили на одну і ту ж катакомбу, а осідання поблизу свердловини №3 викликане тією ж катакомбою і після її тампування осідання плити припинилось.

Подібні катакомби від узбережжя до центру м.Одеси в XIX столітті прокладали контрабандисти і їх розміри дозволяли повозками доставляти товари з суден, минаючи митницю.

Осідання деформаційних марок блоку В, зведеного на пальових фундаментах, було рівномірним і за 15 років спостережень склало – 25 – 27 мм (рис. 4). Середнє осідання протягом останнього циклу спостережень із 16.06.2018р. по 10.08.2019р. склало – 0,06 мм, що свідчить про повну стабілізацію осідань.

Висоти деформаційних марок визначалися відносно глибинного репера 3 і пункту полігонометрії ПП 18488 електронним нівеліром DiNI-12 геометричним нівелюванням II класу. На блоках А і Б на 14.04.2007 року було виявлено критичну нерівномірність осідань окремих точок фундаментів (до – 3 мм/міс.), що перевищує допустимі значення відповідно нормативних документів (рис.3). Зважаючи на це, спеціалісти науково-дослідної лабораторії "Геодезичне забезпечення будівництва та реконструкції будівель і споруд" Одеської державної академії будівництва та архітектури рекомендували призупинити будівництво і уточнити інженерно-геологічний розріз на майданчику.

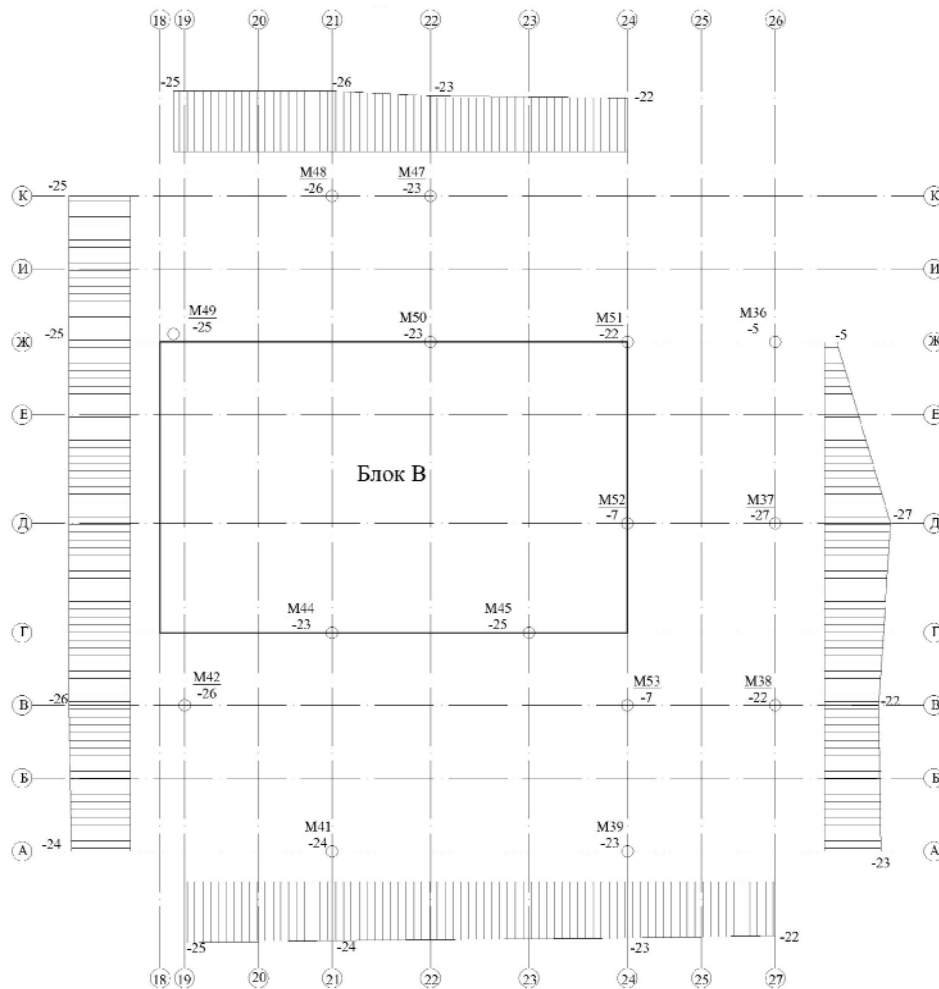


Рис.5. Епюра осадок блока В по зовнішнім осям (на 10.08.2019 р.)

У квітні 2007 року спеціалістами інституту "Укрюжгіпрроводхоз" проведено бурові роботи трьох розвідувальних свердловин, поблизу перетину осей 13-Ф, 9-П, 11-С (рис.3).

Середні осідання блоків А і В, протягом останнього циклу геодезичних спостережень в період з 16.06.2018р. по 10.08.2019р. склали відповідно 0,53 мм і 0,50 мм, а їх швидкість – 0,04 мм/міс., що також свідчить про повну стабілізацію осідань.

Для вимірювання крену замкнутим тахеометричним ходом, за допомогою електронного тахеометра Leica TCR1203 R400, було побудовано знімальну

геодезичну основу. Крен блоків А, Б, В визначались двома напівприйомами в безвідбивачевому режимі з вертикальним кроком 3 м при точності далекоміра  $\pm 2$  мм в восьми рівнях, що дозволяє в разі необхідності проводити перерахунок каркасу будівлі з урахуванням кількісних величин кренів.

**Висновок:** Геодезичний моніторинг дає можливість своєчасного визначення виконавчим зніманням не тільки планово-висотних відхилень від проекту, але й виявити помилки в проектному рішенні, що можуть бути визвані неякісними інженерно-геологічними вишукуваннями.

#### Література

1. Аркадія – золотий берег Одессы : <https://stevenxodiak.livejournal.com/117258.html> (дата звернення: 21. 06. 2020).
2. Хмарочоси Одеси : <https://www.wikiwand.com/uk>
3. Демченко В.А., Захарчук В.В., Нахмуров О.М., Шишкалова Н.Ю., Юрковський Р.Г. Моніторинг пам'ятки архітектури // Наукометричний журнал "Научный взгляд в будущее". Вып. №9 Том 1. Україна Міжнародне періодичне видання "International periodic scientific journal". Одеса : Купрієнко С.В., 2018 С. 64-70.
4. Захарчук В.В., Нахмуров О.М., Шишкалова Н.Ю., Юрковський Р.Г. Кирха – история спасения // Наукометричний журнал "Научный взгляд в будущее" – Міжнародне періодичне видання "International periodic scientific journal": Вип. №5 Том 2 Германія, 2018. С. 99-108.
5. Yurkovsky R.G., Nakhmurov O.N., Shishkalova N.Y., Zakharchuk V.V. Passage — of architectural pearl of Odessa // Наукометричний журнал "Научный взгляд в будущее" Вып. №6 Том 1, Міжнародне періодичне видання "International periodic scientific journal", Германія, 2018. С. 84-91
6. Уточнение инженерно-геологического разреза на площадке строительства 20-ти этажного дома по ул. Генуэзской в г. Одессе. Материалы инженерно-геологических изысканий Од. 2007 г.
7. ДБН В.2.1-10-2009 "Основи і фундаменти будівель та споруд".

**References**

1. Arkadiia — zolotoy bereg Odessa : <https://stevenxodiak.livejournal.com/117258.html> (data obrashheniia: 21. 06. 2020).
2. Khmarchosy Odesy : <https://www.wikiwand.com/uk>
- 3 Demchenko V.A., Zakharchuk V.V. Nakhmurov O.M., Shyshkalova N.Y., Yurkovskiy R.G, Monitoring pamiatky architecture // Naukometrychniy zhurnal "Nauchnyj vzglyad v budushcheye". Vyp. №9 Tom 1. Ukrayina Mizhnarodne peryodychne vydannya "International periodic scientific journal". Odesa : Kuprienko S.V., 2018 S. 64-70.
4. Zakharchuk V.V, Nakhmurov O.M., Shyshkalova N.Y., Yurkovskiy R.G, Kirkha — istoryya spaseniya // Naukometrychniy zhurnal "Nauchnyj vzglyad v budushcheye" — Mizhnarodne peryodychne vydannya "International periodic scientific journal": Vyp. №5 Tom 2, Germaniya, 2018. S. 99-108.
5. Yurkovskiy R.G., Nakhmurov O.N., Shishkalova N.Y., Zakharchuk V.V. Passage — of architectural pearl of Odessa // Naukometrychniy zhurnal "Nauchnyj vzglyad v budushcheye" Vyp. №6 Tom 1, Mizhnarodne peryodychne vydannya "International periodic scientific journal", Germaniya, 2018. S. 84-91
6. Utochneniye inzhenerno-geologicheskogo razreza na ploshchadke stroitelstva 20-ty ehtazhnogo doma po ul. Genuezhkoj v g.Odesse. Materialy inzhenerno-geologicheskych izyskanij Od. 2007 g.
7. DBN V.2.1-10-2009 "Osnovy i fundamenty budyvel ta sporud".

**А.А.Колосюк**, к.э.н., доцент, заведующий кафедры,  
Orcid 0000-0001-7220-4772;

**А.Н.Нахмуrow**, к.т.н., профессор,  
Orcid 0000-0003-1081-8140;

**В.В.Захарчук**, ст. преподаватель,  
Orcid 0000-0002-0370-4113;

**Н.Е. Шишкалова**, ст. преподаватель,  
Orcid 0000-0003-1749-5428;

**Р.Г. Юрковський**, к.т.н., профессор,  
Orcid 0000-0001-8864-1854

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

**ГЕОДЕЗИЯ ПРЕДУПРЕЖДАЕТ АВАРИЮ**

**Аннотация.** Строительство офисно-жилого комплекса в Одессе сопровождалось геодезическим мониторингом по определению пространственно-временного состояния в процессе строительства. На двух блоках комплекса А и Б, возведенных на сплошной железобетонной плите, были обнаружены неравномерные вертикальные осадки со скоростью в отдельных точках более 3 мм / мес., что значительно превышало допустимые значения, согласно нормативным документам. Срочно были выполнены уточнения инженерно-геологического разреза на площадке строительства, путем бурения трех разведочных скважин, расположенных на линии максимальной деформации. Двумя скважинами на глубине 10—12 м обнаружены подземные выработки (катакомбы). После их тампонирувание продолжено строительство. В дальнейшем, геодезический мониторинг показал стабилизацию осадки зданий.

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг; деформационные марки; осадки; крены; точность.

**A. Kolosuk**, c.e.s., associate professor, head of department  
Orcid 0000-0001-7220-4772;

**A. Nakhmurov**, PhD, Professor,  
Orcid 0000-0003-1081-8140;

**V. Zakharchuk**, senior lecturer,  
Orcid 0000-0002-0370-4113;

**N. Shyshkalova**, senior lecturer,  
Orcid 0000-0003-1749-5428;

**R. Yurkovskiy**, PhD, Professor,  
Orcid 0000-0001-8864-1854

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

**GEODESIA PREVENTS ACCIDENT**

**Annotation.** Construction of an office and residential complex in Odessa was accompanied by geodetic monitoring to determine the space-time state during the construction process. On two blocks of the complex A and B, erected on a solid reinforced concrete slab, uneven vertical settlements were found with a speed at some points of more than 3 mm / month, which significantly exceeded the permissible values, according to regulatory documents. The refinement of the engineering-geological section at the construction site was urgently performed by drilling three exploration wells located on the line of maximum deformation. Two wells at a depth of 10-12 m discovered underground workings (catacombs). After their plugging, construction continued. Further, geodetic monitoring showed stabilization of the settlement of buildings.

**Key words:** geodetic monitoring; deformation marks; settlements; rolls; accuracy.