УДК 528

[1] **А.В. Ковров,** д.т.н., професор, ORCID: 0000-0001-9408-3246;
[2] **О.М.Нахмуров,** к.т.н., професор, ORCID: 0000-0003-1081-8140;
[3] **Н.Ю. Шишкалова,** ст. викладач, ORCID: 0000-0003-1749-5428;
[4] **В.В. Захарчук,** ст. викладач, ORCID: 0000-0002-0370-4113;
[5] **В.В. Стадніков,** к.т.н., професор, ORCID: 0000-0002-2479-9780
[1, 2, 3, 4, 5] Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

ПІСЛЯАВАРІЙНІ ГЕОДЕЗИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Анотація. *Величний, старовинний шестиповерховий будинок, що займав більше половини кварталу на розі вулиць Троїцької і Пушкінської в центрі Одеси зазнав руйнації внаслідок пожежі і її гасіння. Згоріли всі міжповерхові перекриття і покрівля. Будинок в своїх верхніх поверхах зі сторони фасаду втратив несучу здатність. З міркувань безпеки стіни до третього поверху були демонтовані. Кількісна оцінка наявних деформацій та прогнозування наступних можливих деформацій і підготовка гарантованих рекомендацій по подальшому використанню об'єкта вимагає проведення геодезичного моніторингу. Ще у 1913 році на місці будинку Г. Грінвальд (1832р. арх. І.С. Козлов), на розі вулиць Пушкінської та Троїцької було розпочато будівництво величезного на ті часи, прибуткового будинку для тютюнового фабриканта К. Асвадурова. У будинку Г. Грінвальд на початку 1910-х років перебувала картонна фабрика міщанина Юдкі Ізраїлевича Каплана. Будинок належить до архітектурної пам'ятки місцевого значення.*
Досвід геодезичного моніторингу, виконаного Науково-дослідною лабораторією Одеської державної академії та архітектури (далі ОДАБА) «Геодезичне забезпечення будівництва та реконструкції будівель і споруд» на численних об'єктах Одеси, та рекомендації кафедри «Геодезії та землеустрою», підготовлені з використанням сучасного математичного апарату, дозволили своєчасно вжити заходів із забезпечення подальшої безаварійної експлуатації цих споруд.

Ключові слова: *геодезичний моніторинг, деформаційні марки, нівелювання, осідання, цикл спостережень, крен, нівелір, тахеометр.*

Вступ (постановка проблеми)

Підвалини досліджуваної будівлі розміщені на лесових ґрунтах. Просідаючі породи та основні їх представники - лесові ґрунти, що широко розповсюджені в Україні, займають більше 80% її території.

Лесові ґрунти за гранулометричним складом містять більше 50% пилуватих (розміром 0,05 - 0,005 мм) частинок, легко- та середньо-розчинні солі і карбонати кальцію. Характерні ознаки цих ґрунтів: палевий (світло-жовтий) колір, велика пористість (часто помітна неозброєним оком), борошнистість на дотик. Особливістю лесів є їхня здатність просідати (опускання поверхні) при замочуванні внаслідок до ущільнення. Лесові ґрунти легко розмокають і розмиваються, а при повному водонасиченні можуть переходити в пливунний стан.

У сухому стані леси відзначаються великою міцністю і можуть слугувати надійними основами, але при замочуванні можуть викликати просідання, часто нерівномірні, на схилах - зсуви.

Умови, що необхідні для прояву просідання:

1) наявність навантаження, здатного при зволоженні перевищити сили зчеплення ґрунту;

2) достатнє зволоження, при якому в значній мірі знижується міцність ґрунту.

Виникнення нерівномірних просідань, що загрожує споруді руйнівними деформаціями, можливі саме через гасіння пожежі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Тільки кількісна оцінка, отримана геодезичними спостереженнями, гарантує безпеку щодо подальшої безаварійної експлуатації або знесення будівлі.

Досвід геодезичного моніторингу, виконаного Науково-дослідною лабораторією Одеської державної академії та архітектури (далі ОДАБА) «Геодезичне забезпечення будівництва та реконструкції будівель і споруд» на численних об'єктах Одеси, та рекомендації кафедри «Геодезії та землеустрою», підготовлені з використанням сучасного математичного апарату, дозволили своєчасно вжити заходів із забезпечення подальшої безаварійної експлуатації цих споруд.

Мета та завдання

Для вирішення питання доцільності реконструкції будинку для подальшої експлуатації або його знесення було прийнято рішення про систематичні геодезичні спостереження за планово-висотним положенням будинку та його змінами з метою кількісної оцінки деформацій, що виникли в результаті пожежі і наслідків по її ліквідації, і прогнозування можливих подальших деформацій.

Матеріали та методика досліджень

В центральній частині міста Одеси на перехресті вулиць Троїцької та Пушкінської знаходиться пам'ятка архітектури - шестиповерховий прибутковий будинок К. Асвадурова, який побудований у 1914р.(рис.1-2)

Рис. 1. Прибутковий дім К.Асвадурова 1914 рік

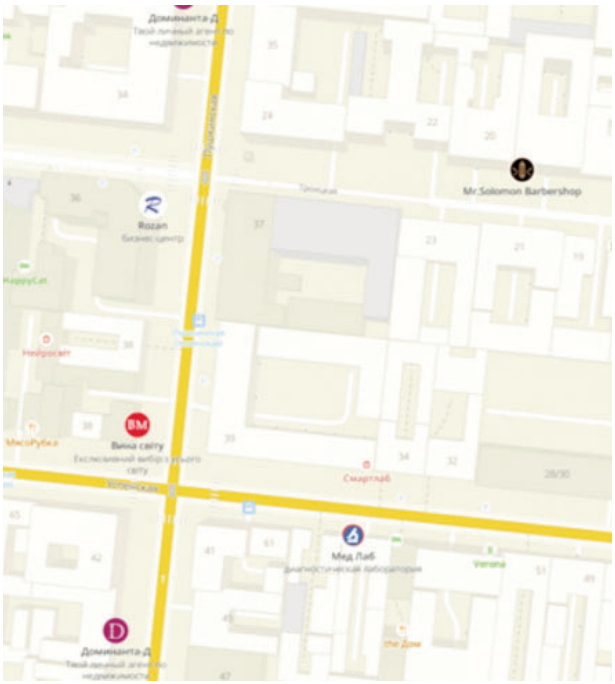

Рис. 2. Розташування будинку по вул. Троїцька,25

Рис. 3. Пожежа 4 грудня 2019 року по вул. Троїцькій, 25

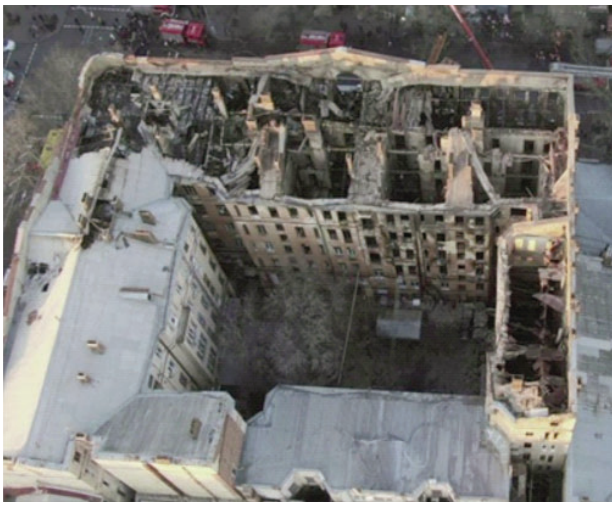

Рис. 4. Аварійний стан будинку К.Асвадурова після пожежі

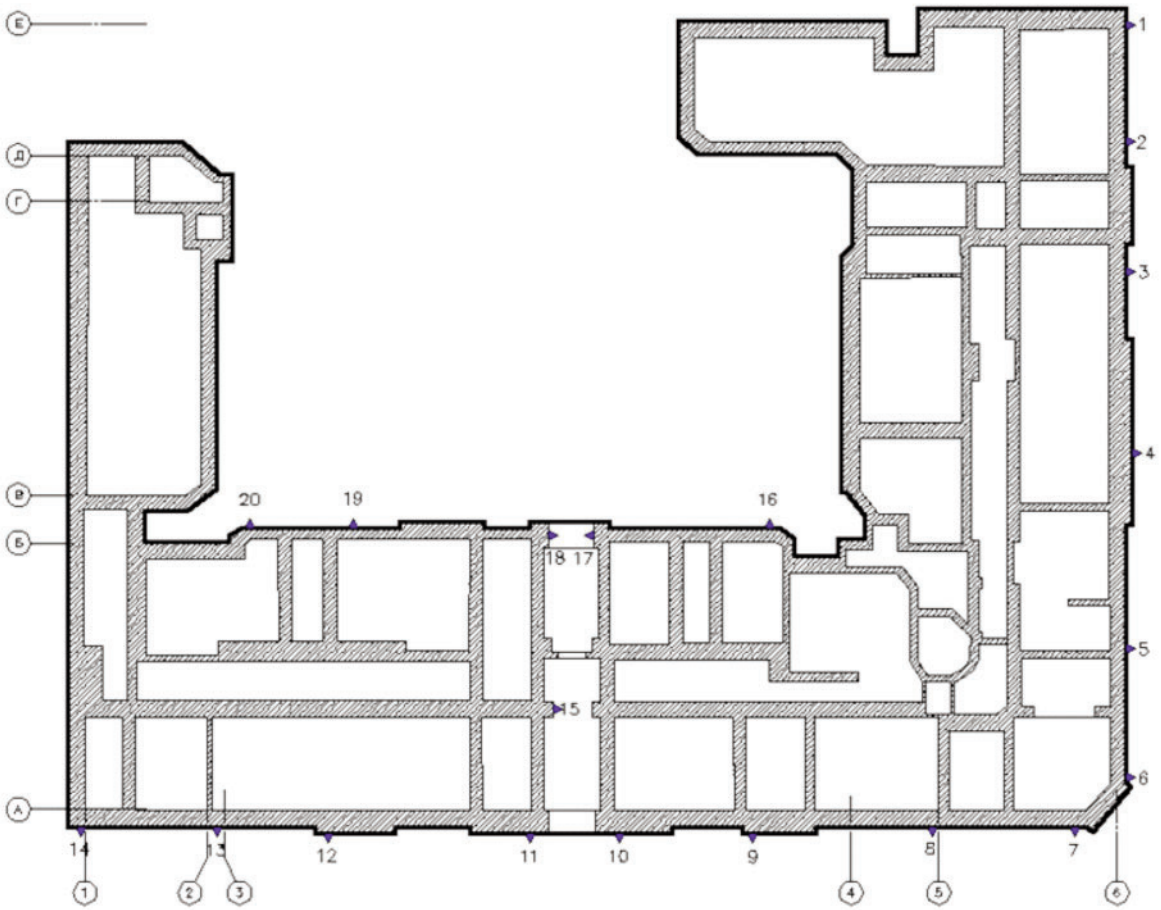

Рис.5. Схема встановлення деформаційних марок на будинку К. Асвадурова по вул. Троїцька, 25

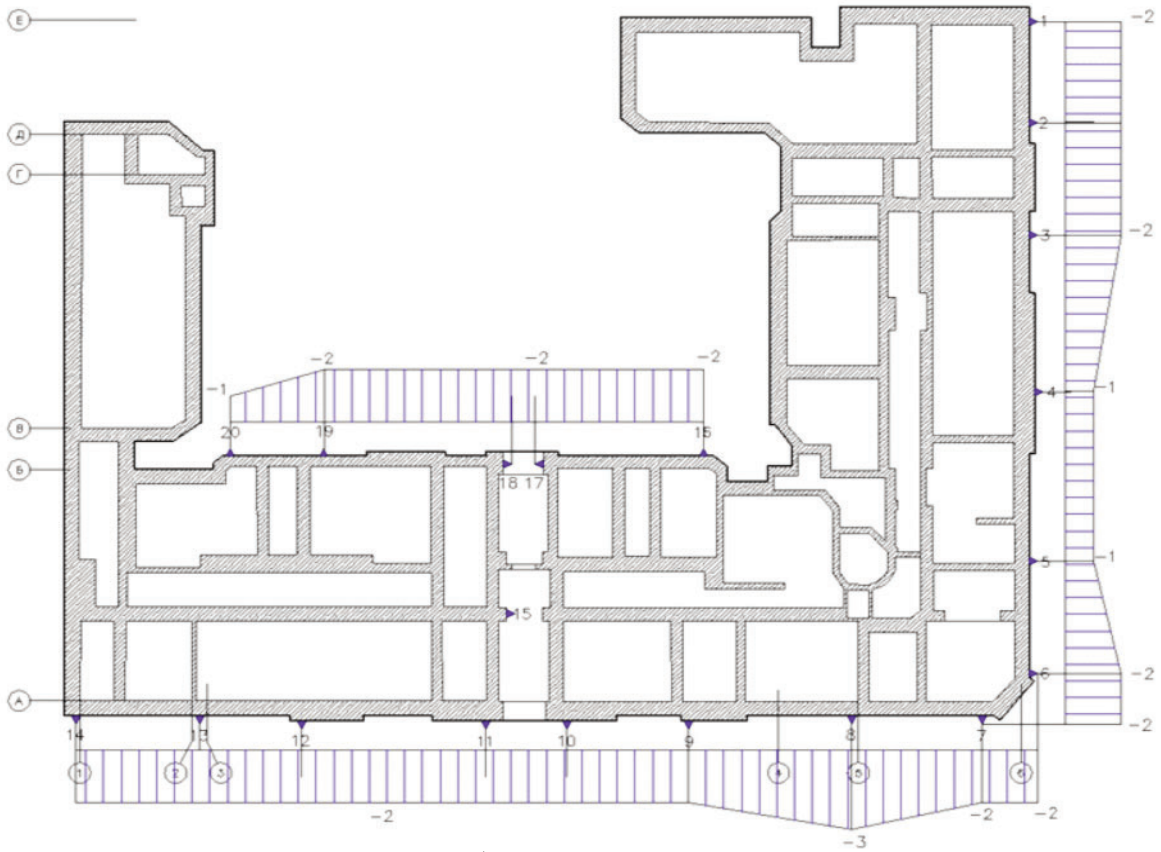

Рис. 6. Епюри деформації будинку К. Асвадурова по вул. Троїцькій, 25
у м. Одеса за весь період геодезичних спостережень з 01.02.2020 по 07.08.2020 рр.

Рис. 7. Визначення крену будинку К. Асвадурова по вул. Троїцька, 25

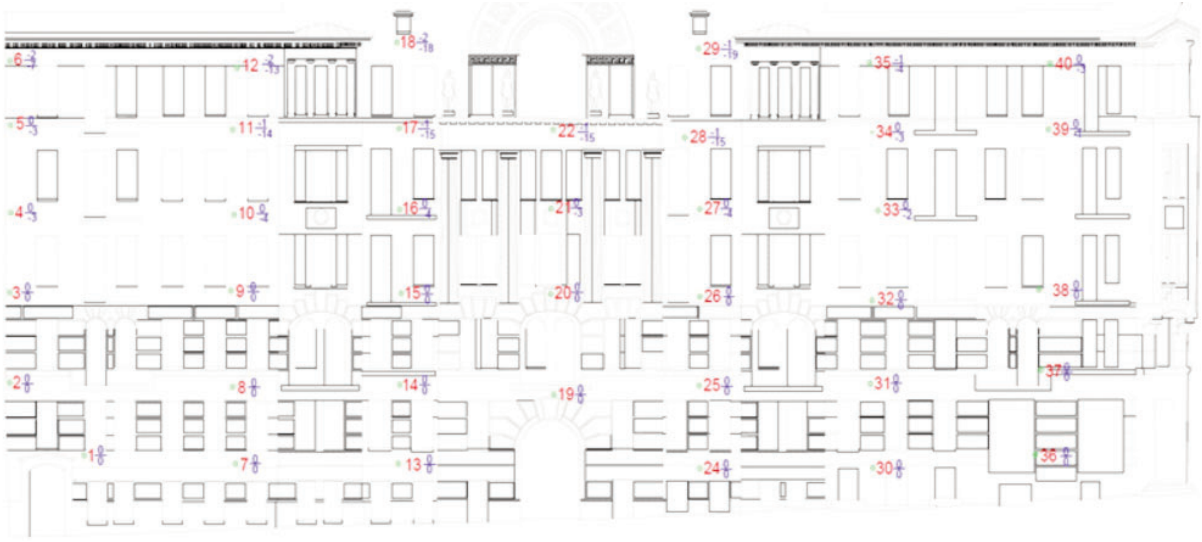

Рис. 8. Схема відхиленя марок на головному фасаді будинку К. Асвадурова по вул. Троїцькій, 25

Останнім часом у будинку розміщувались: Одеський коледж економіки, права та готельно-ресторанного бізнесу, інститут морської біології НАН України, Одеська філія інституту археології НАН України та деякі інші.

4 грудня 2019 року історична будівля зазнала значних руйнувань в результаті масштабної пожежі. 20 грудня Прем'єр-міністр України О. Гончарук повідомив, що пожежа сталася внаслідок займання побутового електрообладнання на третьому поверсі у приміщені коледжу, а «основними причинами є недбале ставлення керівництва та персоналу коледжу до протипожежної безпеки». В коледжі були відсутні пожежна сигналізація та в окремих кімнатах вогнегасники (рис.3).

Через вогонь та дії по гасінню пожежі будинок зазнав суттєвих руйнівних деформацій і опинився в аварійному стані (рис. 4).

Для вирішення питання її знесення чи реконструкції для подальшої експлуатації Лабораторії ОДАБА було доручено Одеською міською радою проведення геодезичного моніторингу просторово-часового стану будівлі.

Для спостережень за осіданням була створена вимірювальна мережа, яка складається з 20 деформаційних марок, закріплених на рівні цоколя будинку (рис.5), і нерухомих грунтових реперів.

Нівелювання деформаційних марок виконувалось за програмою нівелювання II класу електронним нівеліром DINI – 12. Було виконано 4 цикли спостережень з 15.01.2020 до 11.09.2020 рр.

Оскільки осідання марок визначились відносно першого (вихідного) вже післяаварійного циклу від 15.01.2020 року то реально було зафіксоване те саме осідання, викликане аварією, а тенденція - до подальшого осідання будинку. (рис.6)

Більш реальну картину післяаварійної зміни просторового положення будинку дають спостереження за кренами стін будинку, яке виконувалось методом координат електронним тахеометром Sokkia FX 102. Виміри виконувались в умовній системі координат.

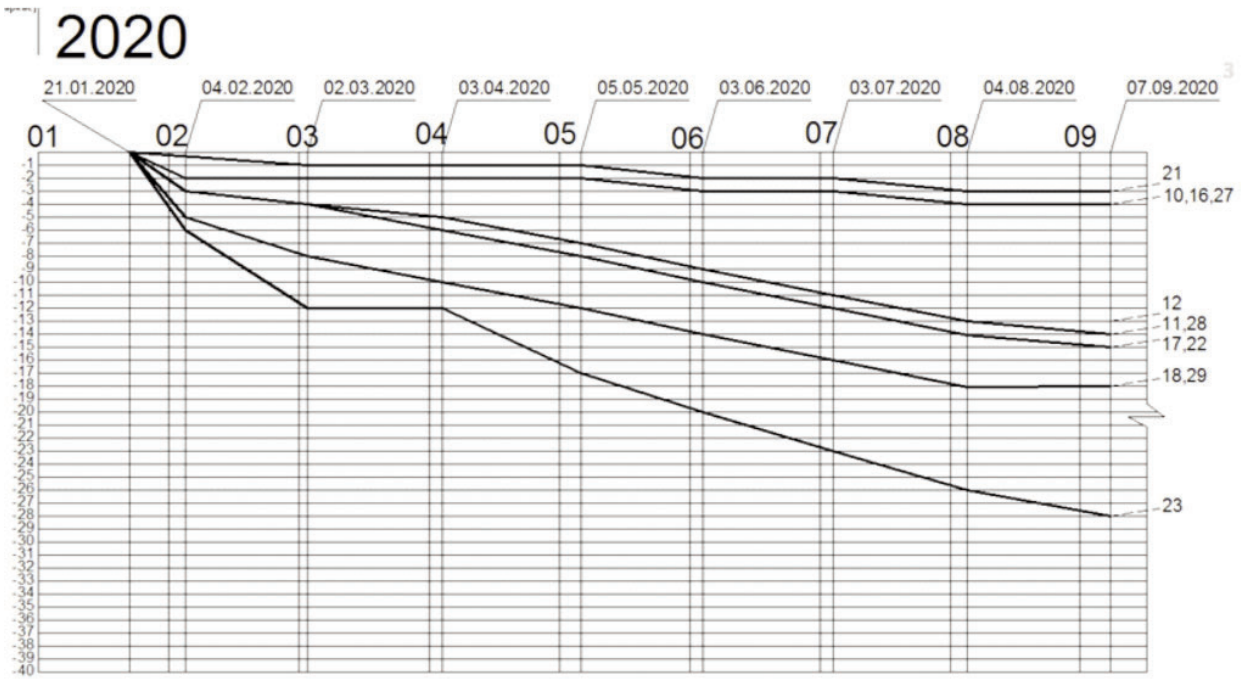

Рис. 9. Графік горизонтального переміщення характерних світловідбивних марок у часі

Результати досліджень

Проведено тахеометричне знімання головного і дворового фасадів, після чого за допомогою методів і прийомів роботі в програмі AutoCAD Civil 3D по крайнім нижнім фактичним відміткам стін побудовано умовну вертикальну площину, від нуля якої були розраховані всі відмітки.

З метою підвищення точності геодезичних вимірювань на головному фасаді закріплені світловідбивні деформаційні марки.

У зв'язку з неможливістю встановлення деформаційних марок на стінах дворового фасаду тахеометричне знімання виконувалось у безвідбитковому режимі.

Всього за період з 07.08.2020 по 11.09.2020 рр. виконано 4 цикла геодезичних спостережень за осіданням і 8 циклів за креном стін головного і дворового фасадів.

Аналіз отриманих результатів геодезичних спостережень свідчить про те, що максимальні відхилення від вертикалі мають місце деформаційні марки середньої частини головного фасаду (рис. 7-8), які складають від 0 до 228 мм. При цьому максимальні переміщення має деформаційна марка Дм 23, яка облаштована на верхній частині фронтону (228 мм). Слід зазначити що стіни першого та другого поверхів мають нульовий крен (вертикальні).

На рис. 9 приведений графік переміщення характерних деформаційних марок головного фасаду за період з 21.01. по 07.09.2020 р. За час спостережень має місце практично прямолінійна залежність горизонтального переміщення деформаційних марок у часі.

За період з 21.01. по 07.09.2020 р. крен стін дворового фасаду будівлі збільшився на 3-7 мм.

Осідання будинку за період останнього циклу геодезичних спостережень з 07.08.2020 по 11.09.2020 рр. коливається в межах від 0 до -1 мм.

Осідання будівлі за весь період геодезичних спостережень з 15.01.2020 по 07.08.2020 рр. коливається в межах від +1 до -2 мм.

Максимальна величина крену стіни головного фасаду від підлоги 3-го поверху до верху фронтону складає 227 мм. Таким чином, відносна величина крену на цій ділянці складає 0,012, що у 2,5 рази перевищує допустиму. Із рис. 8, на якому приведена залежність переміщення характерних деформаційних марок стіни головного фасаду у часі, має місце відсутність її стабілізації. Таким чином, стіна головного фасаду потребує постійного геодезичного спостереження.

Крен стін дворового фасаду знаходиться у межах допустимих нормативними документами, але також при відсутності стабілізації потребують постійного геодезичного моніторингу.

Висновок

Підвалини будинку К. Асвадурова на лесових ґрунтах при гасінні пожежі було вилито значну кількість води, що скоріш за все призвело до просідання будинку. Але оскільки до аварії геодезичні спостереження не проводились, то зараз фіксується лише деформаційні тенденції культурної спадщини місцевого значення.

Література

1. ДБН В.2.1-10-2009 «Основи і фундаменти будівель та споруд».
2. ДБН В.1.3-2:2010 «Геодезичні роботи у будівництві». Київ, Мінрегіон України, 2010. – 49 с.
3. ДСТУ Б В.2.1-30:2014 «Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд»
4. ДБН А.2.1-1-2014 «Інженерні вишукування в будівництві»
5. ДБН В.1.3-2:2010 «Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи в будівництві». Київ, Мінрегіон України, 2018. – 32 с.
6. ДСТУ Б В.2.1-30:2014 «Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд». Київ, Мінрегіон України, 2015. – 29 с.
7. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. М., «Недра», 1974. 160 с.

References

1 DBN V.2.1-10-2009 «Osnovy i fundamelty budyvel ta sporud».
2 DBN V.1.3-2:2010 «Geodezyichni roboti u budivnicztvi». Kiyiv, Minregion Ukrayini, 2010.
3 DSTU B V.2.1-302014 «Metody Vymiriuvannia Deformatsii Osnov Budynkiv I Sporud»
4 DBN A.2.1-1-2014 «Inzhenerni Vyshukuvannia V Budivnytstvi»
5 DBN V.1.3-2:2010 «Sistema zabezpechennya tochnosti geometrichnix parametriv u budivnicztvi. Geodezichni roboti v budivnicztvi». Kiyiv, Minregion Ukrayini, 2018.
6 DSTU B V.2.1-30:2014 «Grunti. Metodi vimiryuvannya deformacij osnov budinkiv i sporud». Kiïv, Minregion Ukraïni, 2015.
7 Instrukciya po nivelirovaniyu I, II, III et IV klassov. Moscow, Nedra, 1974.

[1] **A.V. Kovrov,** d.t.s., Professor, ORCID: 0000-0001-9408-3246;
[2] **O.M. Nakhmurov,** PhD, Professor, ORCID: 0000-0003-1081-8140;
[3] **N. Y. Shyshkalova,** senior lecturer, ORCID: 0000-0003-1749-5428;
[4] **V. V. Zakharchuk,** senior lecturer, ORCID: 0000-0002-0370-4113;
[5] **V.V. Stadnikov,** PhD, Professor, ORCID: 0000-0002-2479-9780
[1, 2, 3, 4, 5] Odessa State Academy of Construction and Architecture, Odessa

AFTER EMERGENCY GEODESIC OBSERVATIONS

Annotation. *The majestic, ancient six-story house, which occupied more than half of the block at the intersection of Troitskaya and Pushkinskaya streets in the center of Odessa, collapsed as a result of a fire and its extinguishing. All floors and roofs burned down. The house in its upper floors from the side of the facade has lost its bearing capacity. For security reasons, the walls to the third floor were dismantled. Quantitative evaluation of existing deformations and prediction of the further possible deformations and preparation of the guaranteed for the further use of the object requires geodetic monitoring. Back in 1913 at the place where the house of G. Greendewald (1832 architect IS Kozlov) stood, on the corner of Pushkinskaya and Troitskaya streets, the reconstruction of the huge at the time revenue house for the tobacco manufacturer K. Asvadurov began. In the early 1910 in the house of G. Greende wald there was a cardboard factory of a burgher Yudka Izrailevich Kaplan. The house belongs to the architectural monument of local significance.*

The experience of geodetic monitoring carried out by the Research Laboratory of the Odessa State Academy of Architecture (hereinafter ODABA) "Geodesic support of the construction and reconstruction of buildings and structures" at numerous objects in Odessa, and the recommendations of the Department of "Geodesy and Land Management", prepared using modern mathematical apparatus , made it possible to take measures in a timely manner to ensure the further trouble-free operation of these facilities.

Key words: *geodetic monitoring, deformation marks, leveling, precipitation, observation cycle, roll, level, tacheometer.*