УДК 624.15; 725

DOI <https://doi.org/10.32782/2664-0406.2019.36.2>**Григоровський П.Є.**

д.т.н., перший заступник директора ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Грубська Л.М.

с.н.с., ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

Басанський В.О.

завідувач сектору ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва», м. Київ

НЕОБХІДНІСТЬ МОНІТОРИНГУ ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНИХ СХИЛІВ НА ПРИКЛАДІ СХИЛУ У ПРИБЕРЕЖНІЙ ЗОНІ В РАЙОНІ 9-ГО МКР. М. ЧОРНОМОРСЬК (ІЛЛІЧІВСЬК)

Анотація. Несвоєчасно виявлені та не усунені активні процеси та деформації на зсувонебезпечних схилах призводить до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях, і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких, окрім матеріальних витрат, пов'язаних із відновленням експлуатаційної придатності, призводять до соціального і екологічного збитку.

В Україні досить поширена забудова населених пунктів у межах зсувонебезпечних схилів. Отже, проблема захисту територій від виникнення зсувних деформацій є значною. Людська діяльність та початкові складні інженерно-геологічні умови є факторами щодо активізації зсувних процесів.

На прикладі розвитку зсувних процесів на схилі у прибережній зоні в районі 9-го мкр. м. Чорноморськ (Іллічівськ) виконано аналіз можливої системи моніторингу на основі моделювання схилу.

Запропоновані розрахункові методи та рекомендації щодо створення розрахункової моделі дозволяють отримати дані про граничні значення деформацій, рівнів ґрунтових вод та інших параметрів, за яких починається активізація зсувних процесів.

Розрахунки можуть допомогти визначити місця розташування датчиків системи моніторингу схилу та отримати граничні показники зміни параметрів, що контролюються. Такими датчиками, або системами для схилів можуть бути системи геодезичного контролю точок на поверхні схилу, інклінометри, п'єзометричні свердловини та датчики порового тиску.

Застосування системи моніторингу з урахуванням визначених граничних параметрів дозволяє своєчасно виявити фактори та параметри, що призводять до втрати (повної чи часткової) стійкості схилу, і передбачити необхідні протизсувні заходи у правильній послідовності та в необхідному обсязі.

Застосування системи моніторингу на схилі прибережної зони в районі 9-го мкр. в м. Іллічівськ могло б своєчасно виявити початок активних зсувних процесів та виконати заходи, необхідні для стабілізації схилу.

Ключові слова: зсувонебезпечний схил, розрахунок, моніторинг.

Постановка проблеми. Актуальність проблеми досліджень синергетичного ефекту природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях та шляхів її вирішення підтверджує вивчення ступеню їх взаємовпливу, що виникає протягом життєвого циклу існуючої забудови, об'єктів будівництва та оточуючої їх території. Несвоєчасно виявлені та не усунені активні процеси та деформації на зсувонебезпечних схилах призводять до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях, і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких, окрім матеріальних витрат, пов'язаних із відновленням експлуатаційної придатності, призводять до соціального і екологічного збитку. Тому важливо правильно і своєчасно оцінити стан геодинамічних територій, розташованих на них будівель, спрогнозувати можливий розвиток дефектів та пошкоджень і розробити заходи з їх стабілізації або усунення.

Вирішенням проблеми є вивчення ступеню взаємовпливу природних і техногенних факторів геодинамічних процесів на зсувонебезпечних територіях. Для цього необхідно мати уявлення про механізм плину геодинамічних процесів, руйнування і зношення конструктивних елементів протягом життєвого циклу та вплив факторів зовнішнього середовища на будівельні кон-

струкції, що неможливо без отримання об'єктивної інформації шляхом інструментальних вимірювань.

Аналіз останніх досліджень. Тривалість і величини деформацій об'єкта суттєво залежать від ґрунтів основи, а вид деформації – від його конструктивних особливостей [1]. Під дією ваги будівлі ґрунти основи стискаються, внаслідок чого відбувається осідання фундаменту. Ґрунти під фундаментами мають різні фізико-механічні властивості, і осідання фундаментів відбувається нерівномірно, оскільки навантаження на них не однакові, що призводить до деформацій будівель. У випадку горизонтальних навантажень відбуваються горизонтальні зміщення будівлі, що також викликає деформацію її елементів.

На виникнення надзвичайних ситуацій впливають ряд природних, природно-техногенних і техногенних геологічних процесів.

Найбільш поширеними і небезпечними на території України є: зсуви, підтоплення, просідання, ерозія, абразія і карст. Основною руйнівною силою цих процесів є підземні води. Колювання в кількості і якості підземних вод, які доповнюються зміною температурного режиму, стають показником активізації геодинамічних процесів. Геологічні небезпеки зумовлені також техногенними факторами: статичними і динамічними діями

від підприємств, будівель і споруд, транспорту і різних механізмів, витоків з водонесучих комунікацій, відкачуваннями підземних вод, змінами теплових, електромагнітних і інших фізичних полів [2]. Такі зміни призводять до збільшення інтенсивності розвитку геологічних небезпек на територіях, у межах яких їх розвиток до техногенного втручання був неможливий.

Підтоплення територій є небезпечним процесом техногенного або природного характеру, що відноситься до раптових загроз і створює безпосередню загрозу для будівлі [3; 4].

Головними техногенними причинами підтоплення є: зміна умов поверхневого стоку під час вертикального планування, засипки природних дрен під час виконання земляних робіт; техногенні втрати з водонесучих комунікацій, ставків, відстійників; ускладнення стоку поверхневих і підземних вод через порушення в роботі зливної каналізації, засипки ярів; значна перерва між виконанням земляних робіт і будівельними роботами; інфільтрація витоків виробничих вод, зменшення випарювання під будівлями і покриттями доріг, порушення умов підземного стоку; підпір ґрунтових вод у прибережних зонах морів і водосховищ, уздовж бортів каналів; баражний ефект під час будівництва заглиблених підземних споруд, облаштування стін у ґрунті і пального поля.

Основними природними умовами виникнення підтоплення є: наявність проникних ґрунтів і прошарків; близьке розташування рівня ґрунтових вод і водоупору; низька дренажність території.

Негативні наслідки процесу підтоплення пов'язані з осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються в результаті ущільнення, а також з утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек, із корозійним руйнуванням фундаментів і нижніх частин наземних конструкцій будівель і споруд, що призводить до їх прискореного зносу і деформації, із затопленням підвалів, шахт ліфтів, підземних споруд і комунікацій неглибокого залягання, заболочування безстічних понижень рельєфу.

Вторинні негативні наслідки підтоплення пов'язані з: осіданнями і провалами земної поверхні, що утворюються в результаті додаткового ущільнення замочуваних при підйомі рівня підземних вод ґрунтів в основі будівель і споруд; гідродинамічним розрідженням ґрунтів, що проявляється при нагоді їх винесення на схилах або в будівельній виїмці; утворенням нових і активізацією існуючих зсувних, карстових, карстово-суфозійних, ерозійних і інших геологічних небезпек.

Просідаючі породи та основні їх представники – лесові ґрунти – широко розповсюджені в Україні (займають більше 80% її території). Ці ґрунти мають дуже високу пористість, досягаючи 60-65%, і низьку природну вологість. Лесові ґрунти характеризуються здатністю до просідання під час замочування внаслідок доущільнення, легко розмокають і розмиваються, а при повному водонасиченні переходять в пливунний стан.

Зсуви виникають за умов порушення стійкості схилів техногенними чи природними процесами, коли сили зв'язності ґрунтів менше, ніж сила тяжіння. Швидкість сповзання земляних мас може бути ледь помітною або досягати декількох метрів у секунду. Рух зсувів пов'язаний із присутністю ґрунтових вод, однак зсуви рідко виникають на схилах крутизною менше 10-12 град. Повільні зміщення не є катастрофічними, бо швидкість не перевищує декілька десятків сантиметрів у рік. Швид-

кість, вища за повільну, є небезпечною, і в такому разі потрібні заходи з укріплення схилів. Оцінка швидкості руху оповзнів наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Швидкості руху зсувів

Швидкість руху	Оцінка руху
3 м/с	Виключно швидкий
0,3 м/хв.	Дуже швидкий
1,5 м/добу	Швидкий
1,5 м/місяць	Повільний
1,5 м/рік	Дуже повільний
0,06 м/рік	Виключно повільний

До зсувної небезпеки відноситься до 66,1 тис. км² території України [4]. Тут можлива активізація існуючих і утворення нових глибоких блокових зсувів витискування і ковзання (зрушення), а також прояви дрібніших поверхневих зсувів ковзання, вязкопластичної течії, гідродинамічного руйнування і раптового розрідження.

В Україні досить поширена забудова населених пунктів у межах зсувонебезпечних схилів. Отже, проблема захисту територій від виникнення зсувних деформацій є значною. Людська діяльність та початкові складні інженерно-геологічні умови є факторами щодо активізації зсувних процесів.

Виділяють такі основні типи зсувів: сковзання, витискання, спливання, впливання, просідання, розрідження. У районах забудови найбільш розповсюдженими типами зсувів є сковзання та витискання. Зсуви в межах забудови та господарської діяльності призводять до негативних наслідків. У табл. 2 наведена ймовірність виникнення зсувів та здійснення необхідних заходів у залежності від відповідальності споруд, у зоні його впливу.

Таблиця 2. Рівень можливості виникнення зсувів

Об'єкти будівництва	Рівень ризику утворення зсуву, що вимагає прийняття рішень про необхідність здійснення заходів		
	захист споруд	захист споруд або спостереження схилів	спостереження схилу
Об'єкти масового будівництва	>10%	–	5ч10%
Об'єкти підвищеної відповідальності	>5%	5ч10%	1ч5%
Особливо відповідальні об'єкти	>1%	1ч5%	0ч1%

Схили вважаються стійкими, якщо коефіцієнт стійкості $K_c > 1$. Величина $K_c = 1$ відповідає граничній рівновазі. У випадку розміщення на схилі будівель коефіцієнт стійкості схилу повинен відповідати вимогам

$$K_c \geq K_{c, \text{доп}}, \quad (1)$$

де $K_{c, \text{доп}}$ – допустима величина коефіцієнта стійкості, визначається на етапі проектування з урахуванням навантажень, надійності та умов роботи.

Методика досліджень. Аналіз формування та методи прогнозування активізації зсувних процесів на зсувоне-

безпечному схилі розглянуто на прикладі ділянки прибережної зони в районі 9-го мкр. в м. Іллічівськ [6].

Співробітниками ДП НДІБВ виконувався аналіз характеру зсувних процесів та їх активізації в останній період на даній території. У ході виконання робіт з аналізу ситуації, що виникла на схилі, виконано ряд розрахунків із моделюванням у програмному комплексі Plaxis.

Згідно з виконаними розрахунками визначена схема моделювання схилу на даній ділянці з урахуванням виникаючих поверхонь ковзання з фізико-механічними характеристиками «плашка по плашці». Така розрахункова модель (рис. 1) найбільш близько показувала розвиток деформацій та їх динаміку (розрахунок консолідації).

Мета статті – розгляд шляхів моніторингу зсувонебезпечних схилів на прикладі схилу у прибережній зоні.

Результати дослідження. Згідно з даними з інженерно-геологічних вишукувань 1991 р. у ґрунтовому масиві схилу, що розглядається, формувались поверхні ковзання зі зниженими фізико-механічними характеристиками на поверхнях контакту водотривких шарів ґрунту. На час вишукувань зсувні процеси на схилі були в'ялотекучими, без значних зміщень ґрунту. У грудні 2013 – березні 2014 року почалась активізація зсувних процесів на схилі (рис. 2). У схилі сформувались декілька блоків зсувів здвигу-ковзання, а у верхній частині схилу сформувався зсув зтискання. Динаміка зміщення ґрунтових мас збільшувалась як у швидкості, так і в обсягах (рис. 3). На даний момент зсувні процеси на ділянці продовжуються (рис. 4).

Основними факторами, що погіршують стійкість схилу, є активна забудова верхньої частини схилу та фактори людської діяльності (втрата води з комунікацій, полив, рух техніки та транспорту).

Аналіз результатів перевірних розрахунків показав, що сучасними розрахунковими методами можливо передбачити розвиток зсувних процесів на зсувонебезпечних схилах у залежності від зміни негативних факторів (додаткове навантаження забудови, зміна гідрогеологічного режиму, виникнення поверхонь ковзання), що впливають на ґрунтовий масив. На рисунках 5, 6, 7 та 8 розрахункові деформації кореспондуються з фактичними деформаціями зсувонебезпечного схилу (рис. 2-4).

Аналіз розвитку зсувних процесів на схилі прибережної зони в районі 9-го мкр. в м. Іллічівськ показав, що без своєчасних інженерних протизсувних наслідків розвиток зсувів може призвести до значних руйнувань будівель, інфраструктури та значно ускладнити реалізацію протизсувних заходів.

Застосування системи моніторингу на схилі прибережної зони в районі 9-го мкр. в м. Іллічівськ могло б своєчасно виявити початок активних зсувних процесів та виконати заходи необхідні для стабілізації схилу.

Застосування системи моніторингу дозволить своєчасно зафіксувати наближення до визначених граничних показників датчиків і передбачити необхідні протизсувні заходи.

Підвищення рівня ґрунтових вод та значне зволоження прошарків ґрунту, де визначені поверхні ковзання, буде зафіксоване п'єзометричними свердловинами та датчиками порового тиску. Під час наближення до граничних показників рекомендується застосувати заходи з тимчасового чи постійного водопониження (влаштування дренажних штолень, колекторів, водознижуючих приямків тощо), що дозволить зменшити негативний фактор впливу перезволоження ґрунтів.

Процеси деформації поверхні схилу буде зафіксовано системою геодезичного контролю точок на поверхні схилу та інклінометрами. Під час наближення до граничних показників рекомендується застосувати заходи з влаштування тимчасових чи постійних протизсувних заходів (влаштування підпірних стін, планування, схилу, армування ґрунту тощо), що дозволить збільшити загальну стійкість зсувонебезпечного схилу.

Для застосування системи моніторингу виникає потреба встановлення обсягів такого моніторингу, а саме – перелік контрольованих параметрів (кількість підсистем у складі системи); кількість точок контролю (для встановлення тривалості циклу вимірювань); періодичність та послідовність циклів для кожної підсистеми (для встановлення загальних обсягів вимірювальних робіт).

Для можливості визначення техніко-економічних показників вимірювальних робіт та ступеню їх впливу на організаційно-технологічні рішення забезпечення експлуатаційної придатності зсувонебезпечних територій наведемо загальні принципи визначення обсягів такого моніторингу.

У районах, для яких зсуви є можливими, а коефіцієнт стійкості відповідає вимозі $K_c > 1$, проводять спостереження за: горизонтальними зміщеннями, рівнем підземних вод, поровим тиском. Періодичність контролю горизонтального зміщення можна визначити з (2).

$$T_{\text{мон. max}} = \frac{5\sigma_v}{V} \quad (2)$$

V – швидкість зсуву, σ_v – похибка вимірювань.

Для зсуву сковзання максимальна швидкість зсуву визначається за такою формулою [5]:

$$V_c^{\text{max}} = \frac{\rho \cdot g \cdot H^2 \cdot \sin \alpha}{2 \cdot \mu}, \quad (3)$$

де ρ – щільність ґрунту, т/м³; H – максимальна товщина зсувного масиву, м; α – кут поверхні ковзання, град; μ – в'язкість ґрунту.

Рис. 1. Розрахункова модель схилу з додатковими прошарками послабленого ґрунту (характеристики «плашка по плашці»)

Значення середньої швидкості по всьому поперечному перерізу

$$V_c^{cp} = \frac{2}{3} \cdot V_c^{\max}. \quad (4)$$

Рекомендований орієнтовний період спостережень схилів для різних типів зсувів при різних значеннях коефіцієнтів стійкості, визначений за досвідом спостережень, наведений у табл. 3 [1].

Рис. 2. Зміщення ґрунтового масиву на грані верхньої берми схилу (березень 2014 р.)

Рис. 3. Збільшення динаміки зсуву на схилі (листопад 2016 р.)

Рис. 4. Розвиток зсувних процесів продовжується дотепер (січень 2019 р.)

Рис. 5. Розрахунок деформацій схилу на початку активних зсувних процесів. Зміщення берми на 1,64 м

Рис. 6. Розрахунок деформацій схилу на етапі розвитку активних зсувних процесів. Зміщення берми на 3,20 м

Рис. 7. Розрахунок деформацій схилу на етапі збільшення динаміки активних зсувних процесів. Зміщення берми на 15,8 м

Таблиця 3. Рекомендований орієнтовний період моніторингу схилів

Коефіцієнт стійкості схилу	Періодичність спостережень, днів	
	Форми порушення стійкості і деформації схилів (типи зсувів)	
	видавлювання	сковзання
0,7	7	10
0,8	12	18
0,9	20	25
1,0	40	60
1,1	60	100
1,2	180	300
1,35	360	500

Оскільки обводнення ґрунтового масиву є основною причиною зсувів, то спостереження за поровим тиском води є необхідними. У процесі проектних робіт необхідно визначити можливу швидкість зміни порового тиску. Вибір засобів вимірювання виконується в залежності від діапазону можливих змін тиску та необхідної точності вимірювання.

Періодичність контролю порового тиску можна визначити як

$$T_{\text{мон.пор.тс}} = \frac{\Delta_d}{V_{\text{п.в}}}, \quad (5)$$

де Δ_d – роздільна здатність датчика порового тиску; $V_{\text{п.в}}$ – можлива швидкість зміни порового тиску, що визначається на етапі проектування.

Запропоновані розрахункові методи та рекомендації щодо створення розрахункової моделі дозволяють отримати дані про граничні значення деформацій, рівнів ґрунтових вод та інших параметрів, за яких починається активізація зсувних процесів.

Розрахунки можуть допомогти визначити місця розташування датчиків системи моніторингу схилу та отримати граничні показники зміни параметрів, що контролюються. Такими датчиками або системами для схилів можуть бути системи геодезичного контролю точок на поверхні схилу, інклінометри, п'єзометричні свердловини та датчики порового тиску.

Висновки. Несвоєчасно виявлені та не усунені активні процеси та деформації на зсувонебезпечних схилах призводять до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях, і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких, окрім матеріальних витрат, пов'язаних із відновленням експлуатаційної придатності, призводять до соціального і екологічного збитку.

Запропоновані розрахункові методи та рекомендації щодо створення розрахункової моделі дозволяють отримати дані про граничні значення деформацій, рівнів ґрунтових вод та інших параметрів, за яких починається активізація зсувних процесів.

Застосування системи моніторингу з урахуванням визначених граничних параметрів дозволяє своєчасно виявити фактори та параметри, що призводять до втрати (повної чи часткової) стійкості схилу і передбачити необхідні протизсувні заходи у правильній послідовності та в необхідному обсязі.

Застосування системи моніторингу на схилі прибережної зони в районі 9-го мкр. в м. Іллічівськ могло б своєчасно виявити початок активних зсувних процесів та виконати заходи, необхідні для стабілізації схилу.

Рис. 8. Порівняння зміщення поверхні верхньої берми на різних етапах розвитку зсуву

Література

1. Григоровський П.Є. Будівельно-інформаційні моделі і методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві [Текст] : монографія. Київ : Майстер книг, 2019. 340 с.
2. Рекомендации по оценке геологического риска на территории г. Москвы. *Перспективы развития строительных технологий : матер. конф.* Днепропетровск, 2007. С. 86–95. URL : <http://aquagroup.ru/normdocs/7677>.
3. СП 11-105-97 Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. URL : <http://aquagroup.ru/normdocs/7677> <http://docs.cntd.ru/document/1200007405> (15.09.15).
4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2014 році. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Київ, 2015. URL : <http://aquagroup.ru/normdocs/7677> <http://undicz.dsns.gov.ua/ua/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta-prirodnoi-bezpeki>.
5. Бугров А. К. Определение вероятностных характеристик активного давления грунта методом Монте-Карло. *Интернет-журнал «Реконструкция городов и геотехническое строительство»*. 2002 г. № 5. URL : <http://aquagroup.ru/normdocs/7677> <http://www.georec.spb.ru/maq/2002n5/index.htm>. (10.10.14).
6. Звіт про науково-дослідну роботу «Експертиза проектних рішень по об'єкту «Протизсувні заходи у прибережній зоні в районі 9-го мкр. м. Іллічівськ» з проведенням перевірок розрахунків стійкості схилу та підпірних стін, ДП НДІБВ, Київ, 2015 г.

References

1. P.Y. Hryhorovskiyi. Building-information models and methods of forming organizational-technological decisions of instrumental measurements in construction [Text]: monograph. / P.Y. Hryhorovskiyi - K: Master of books, 2019. - 340 p.
2. Recommendations for assessing geological risk in the territory of Moscow. - [Electronic resource]: access mode <http://aquagroup.ru/normdocs/7677> (07.15.16). Name of the screen. Dnepropetrovsk, Prospects for the development of building technologies: Mater. conf. - 2007. p. 86–95.
3. SP 11-105-97 System of regulatory documents in construction. Code of practice for engineering surveys for construction. Engineering and geological surveys for construction. Part II Rules for the production of work in areas of development of dangerous geological and engineering-geological processes. - [Electronic resource]: access mode: <http://docs.cntd.ru/document/1200007405> (09/15/15). Name from the screen.
4. National report on the state of technogenic and natural security in Ukraine in 2014. State Emergency Service of Ukraine. Kiev, 2015. - [Electronic resource]; access mode: <http://undicz.dsns.gov.ua/en/Nacionalna-dopovid-pro-stan-tehnogennoi-ta-prirodnoi-bezpeki>
5. Bugrov A. K. Determination of the probabilistic characteristics of the active soil pressure by the Monte Carlo method [Electronic resource] / A.K. Bugrov, V.G. Shilin // Internet magazine "Reconstruction of cities and geotechnical construction", 2002, No. 5. Access mode: <http://www.georec.spb.ru/maq/2002n5/index.htm>. (10/10/14). Cap from the screen.
6. Report on research work "Expertise of design solutions for the object "Sliding measures in the coastal zone in the area of 9 mkr. Illychevsk" with conducting calculations of the stability of the slope and retaining walls, NDIBV, Kyiv, 2015.

THE NEED FOR MONITORING LANDSCAPE SLOPES ON THE EXAMPLE OF A SLOPE IN THE COASTAL ZONE IN THE AREA OF 9TH MKR. OF THE CHERNOMORSK (ILlichIVSK)

Abstract. *Untimely detected and eliminated active processes and deformations on landslide slopes leads to defects and damages of buildings and structures located in the geodynamic territories and causes their progressive deformations, the consequences of which, in addition to the material costs associated with restoration and environmental damage.*

In Ukraine, the development of settlements within landslide slopes is quite widespread. Therefore, the problem of protecting territories from the occurrence of landslides is significant. Human activity and the initial complex engineering and geological conditions are factors in activating landslides.

On the example of the development of landslides on the slope in the coastal zone in the area of 9 md. Chernomorsk (Illichivsk) analyzes the possible monitoring system based on slope modeling.

The proposed calculation methods and recommendations for the creation of the calculation model allow to obtain data on the limit values of deformations, groundwater levels and other parameters at which the activation of landslides begins.

The calculations can help determine the locations of the slope monitoring system sensors and obtain limit values for changing the parameters being monitored. Such slope sensors or systems may include geodetic point control systems for slope surfaces, inclinometers, piezometric wells, and pore pressure sensors.

The application of the monitoring system, taking into account the determined boundary parameters, allows to identify in a timely manner the factors and parameters that lead to the loss of (full or partial) stability of the slope and to provide the necessary anti-slip measures in the correct sequences and in the required volume.

Application of the monitoring system on the slope of the coastal zone in the area of 9 md. in Illichivsk could detect the onset of active landslides in a timely manner and take the necessary steps to stabilize the slope.

Key words: *landscape slope, calculation, monitoring.*

Hrihorovskiy P.Ye.

Doctor of Technical Sciences, First Deputy Director, State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Hrubska L.M.

Senior Science Specialist, State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv

Basanskyi V.O.

Head of Sector, State Enterprise "Scientific Research Institute of Building Production", Kyiv