

УДК 550.83

**КОМПЛЕКСНІ ГЕОФІЗИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗСУВОНЕБЕЗПЕЧНОЇ ДІЛЯНКИ НА ТЕРИТОРІЇ МДЦ
"АРТЕК" (АР КРИМ)**

**Туманов В. В., Савченко А. В., Богак М. Ю., Юфа Я. М.,
Костюченко О. Л.**

(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)

Федін М. М.

(Фундаментпроект, м. Ялта, АР Крим)

Установлены особенности распространения геофизических полей по данным ЕИЭМПЗ, сейсмо- и электроразведочных методов на оползнеопасной территории, прилегающей к стадиону МДЦ "Артек".

Features related to propagation of geophysical fields according to the Earth's natural pulsed electromagnetic field data, seismic exploration and geoelectric prospecting methods at landslide-hazardous area adjacent to the stadium belonging to the International Children Center "Artek" are defined.

Південний берег Криму є територією інтенсивного розвитку небезпечних геологічних процесів, які проявляються зсувами, обвалами, селями, абразією. За даними Ялтинської гідрогеологічної інженерно-геологічної партії КП "Південекогеоцентр" у Криму зафіксовано 1576 зсувів. При цьому згідно прогнозу на найближчі п'ять років очікується масова активізація зсувів і посилення абразивних.

Інтенсивні зсувні процеси в районах Криму обумовлені різноманітними факторами природного і техногенного походження, які зумовлюють зміни фізичних властивостей гірських порід. У зв'язку з цим дослідження особливостей формування геофізич-

них полів на ділянках активізації зсувних процесів на територіях з високим техногенним навантаженням є актуальним, має наукове і практичне значення.

З метою дослідження особливостей формування геофізичних полів на територіях з високим техногенним навантаженням в умовах Південного берега Криму були проведені комплексні геофізичні дослідження на території активізації зсувних процесів, прилеглої до стадіону МДЦ "Артек" (рис. 1). Комплекс геофізичних методів включав метод реєстрації природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ), кореляційний метод заломлених хвиль (КМЗХ), метод вертикальних електричних зондувань (ВЕЗ) та електропрофілювання в модифікації серединних градієнтів (ЕП-СГ) за методикою суміщення з ВЕЗ.

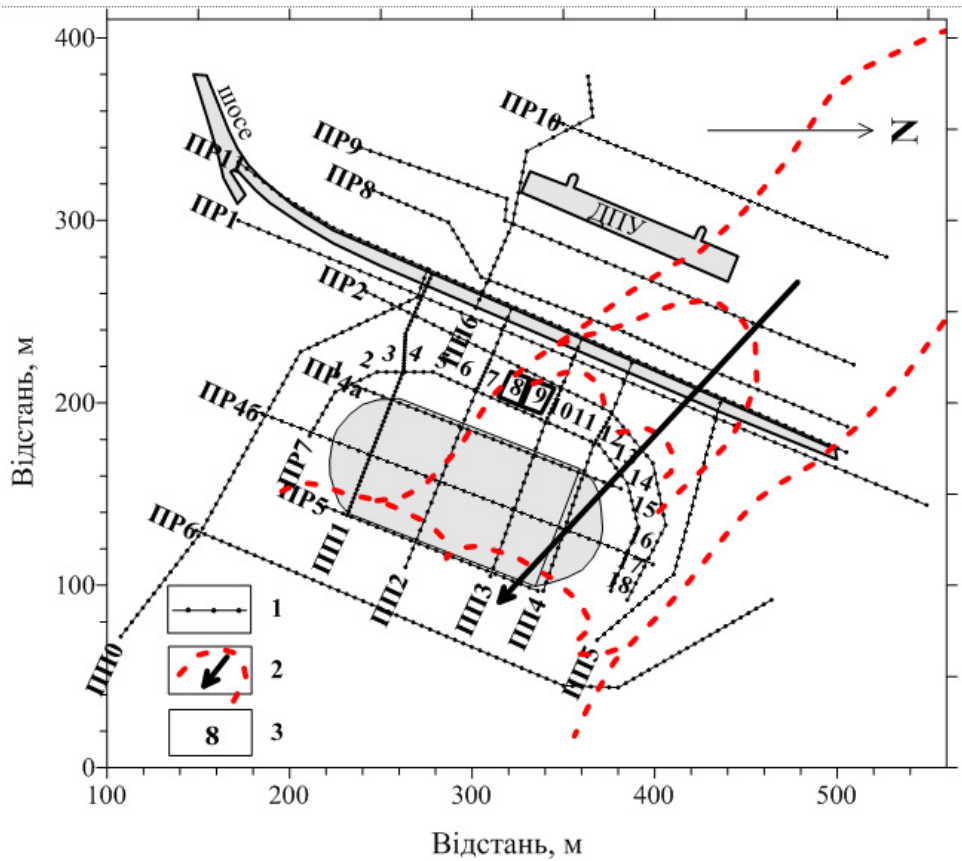
Загальні відомості.

Територія МДЦ «Артек» розташована в прибережній частині Південнобережного схилу в районі зі складними інженерно-геологічними та структурно-тектонічними умовами. З небезпечних геологічних процесів на території найбільше поширення мають зсуви. Формування та активізація сучасних зсувних процесів відбувається в межах великої зсувної системи, яка охоплює значну частину території МДЦ «Артек», характеризується складною блоковою будовою та високим техногенним навантаженням [1].

В межах ділянки досліджень на будівлях і спорудах відмічені чисельні деформації, які ускладнюють їх нормальну експлуатацію [2].

На протязі 1967-1978 років було проведено комплекс заходів, які тимчасово стабілізували зсувні процеси [3]. Однак подальше репланування території, підрізання зсувного схилу, засипання ярів, при відсутності впорядкованого поверхневого стоку атмосферних опадів, стали додатковими несприятливими факторами, що спричинили активізацію зсувних процесів і зниження стійкості схилу.

Під час обстеження ділянки встановлено, що зсув перебуває в активному стані. Відмічено деформації на будинку ДПУ, деформовано напівтунель над дорогою на захід від стадіону та конструкції західних трибун стадіону (рис. 2). Асфальтне покриття заїздів і пішохідних доріжок порушене свіжими тріщинами.



1 – профіль ПЕМПЗ і його номер (ПР - поздовжній, ПП - поперечний); 2 – ділянки активізації зсувних процесів і напрям їх руху; 3 – номери секторів стадіону.

Рис. 1. Оглядова схема району проведення досліджень

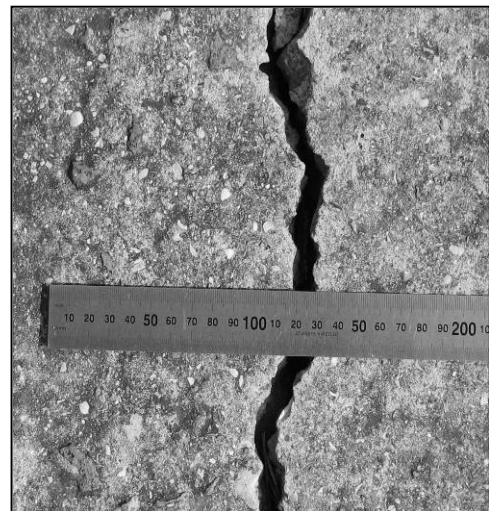


Рис. 2. Фотографії західних трибун стадіону і тріщини в асфальті пішохідної доріжки із західної сторони

Геологічна будова. Геологічний розріз ділянки проведення геофізичних робіт складений двома різними за віком та генезисом комплексами порід: корінними породами – відкладами таврійської серії (T_3+J_1) і четвертинними утвореннями (Q) [3].

Корінні породи таврійської серії (T_3+J_1) представлені в основному плитчастими темно-сірими аргілітами середньої щільності до щільних, з включеннями лінз і прошарків алевроліту і пісковику. Породи падають в основному на південний захід за азимутом $185-270^0$, рідше на північний захід за азимутом $270-330^0$. Кути падіння порід змінюються в межах $15-65^0$.

Вся товща порід таврійської серії розбита чисельними тріщинами та тектонічними поверхнями зміщень. У покрівлі корінних порід розвинута зона інтенсивного вивітрювання порід потужністю до чотирьох метрів, в межах якої аргіліт сильно тріщинуватий, озалізнений, низької міцності.

Четвертинні відклади (Q) представлені переважно утвореннями сучасного активного зсуву ($conIV^A$). За літологічним складом вони представлені жорствяно-щербенистим суглинком від твердої до м'яко-пластичної консистенції з включеннями уламкового матеріалу, лінз жорстви і щебеню корінних порід.

Відклади сучасного активного зсуву відділені видержаною поверхнею ковзання. Максимальна потужність зсувних накопичень становить 16 м.

Зсув розвинений на схилі південно-східної експозиції, усереднена крутість схилу $20-25^0$. Голова зсуву знаходиться на абсолютній відмітці 140м, базисом служить русло р. Артек. У поперечному розрізі ложе активного зсуву має коритоподібну форму, дещо асиметричного профілю: південно-західний борт пологий, північно-східний - більш крутий. Профіль ложа зсуву хвилястий.

Гідрогеологічні умови ділянки визначаються наявністю підземних вод у зсувних утвореннях і корінних породах таврійської серії.

В межах ділянки підземні води виявлені в суглинках і жорствяно-щербенистих ґрунтах (верховодка). Верховодка має локальне поширення, виявлена на двох створах шахт в західній частині, де проявляється на глибинах від 0,5 до 4,8 м у вигляді локальних областей зволоження, приурочених до жорствяно-щербенистих

лінз і зон підвищеної тріщинуватості в суглинках. Відмічалось височування води із-під дренажної підсіпки асфальтової дороги на захід від стадіону. Води верховодки проявились також на схилі нижче стадіону, в тілі відсипаного контрфорсу в язиковій частині зсуву та в середині споруди Ленінської лінійки на глибинах від 0,6 до 4,5 м. Води, як правило, безнапірні, дуже рідко мають невеликий напір від 1,4 до 2,9 м. Живлення горизонту верховодки відбувається за рахунок атмосферних опадів і протікань водопроводів.

У корінних породах підземні води мають локальне поширення. Обводнені локальні зони підвищеної тріщинуватості, гідравлічний зв'язок між якими відсутній або ускладнений. Положення статичного рівня підземних вод у корінних породах не встановлено. За даними буріння підземні води напірні, величина напору змінюється від 0,25 до 14 м.

Фактори формування та активізації зсувних процесів на території МДЦ "Артек".

З наведеного вище можна узагальнити, що на розвиток зсувних процесів на ділянці досліджень негативно впливають як природні, так і техногенні фактори.

З природних факторів на активізацію зсувних процесів найбільше впливають крутизна схилу, надмірне зволоження пухких відкладів у період тривалих атмосферних опадів, землетруси з епіцентрами на півострові й акваторії Чорного моря та відлуння далеких потужних землетрусів, сучасні тектонічні рухи по тектонічних розломах, надмірне висихання ґрунтів з утворенням глибоких тріщин на поверхні, що сприяє швидкій і повній інфільтрації рясних короткочасних атмосферних опадів у засушливий період.

Найбільший вплив на активізацію зсувних процесів на ділянці стадіону спричинили техногенні фактори. Це привантаження схилу будівлями і спорудами, підрізка і планування схилу із західної (нагірної) і східної (низової) сторін стадіону; підрізка схилу для зведення західних трибун та планування майданчика під ігрове поле, прокладка підземних комунікацій, неналежне облаштування комунікацій перехвату зливових вод з нагірної сторони, інтенсивний рух транспорту по автомобільній дорозі із західної сторони стадіону.

Геофізичні дослідження.

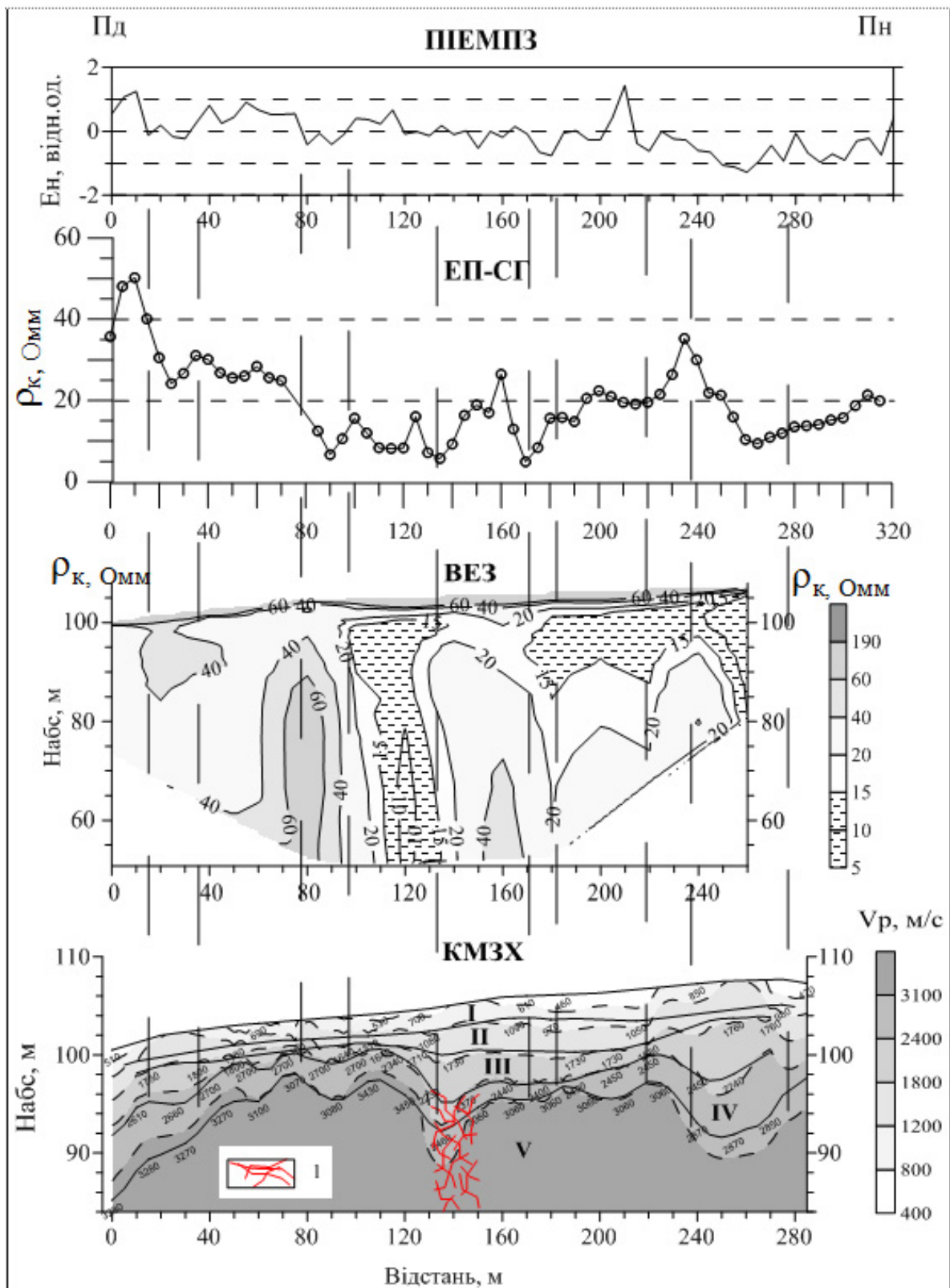
Завданням досліджень **природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ)** було виявлення в масиві областей перерозподілу напружень, зумовлених тектонічними порушеннями, локальними зонами підвищеної тріщинуватості і обводнення порід масиву.

Природне імпульсне електромагнітне поле Землі виникає в гірському масиві внаслідок руйнування зерен мінералів діелектриків, а також внаслідок розриву заповнених електролітом капілярів при критичних значеннях механічних напружень. Електроізрядні явища, що супроводжують ці процеси, проявляються у вигляді електромагнітних імпульсів, інтенсивність потоку яких якісно відображає геодинамічний стан гірського масиву. В зонах структурних порушень, в яких проходить накопичення або перерозподіл напружень, інтенсивність електромагнітної емісії значно вища в порівнянні з релаксованими областями масиву.

Спостереження методом ПЕМПЗ на території стадіону МДЦ «Артек» проведено по мережі профілів, розташування яких визначалось домінуючим напрямком лінійних елементів облаштування території: поздовжні профілі прокладені уздовж будівель, стадіону, доріг (переважно вздовж схилу) за напрямком з південного заходу на північний схід, поперечні – переважно перпендикулярно до поздовжніх (рис. 1). Вимірювання потоку електромагнітних імпульсів виконувалось за допомогою приладу "ДЕМОН" за методикою [4].

Спостереження виконано на 11 поздовжніх і семи поперечних профілях. Загальна довжина профілів польових спостережень методом ПЕМПЗ склала 3875 м, кількість точок спостережень 831, фізичних замірів – 4155.

Розглянемо, як приклад, графік нормованих по стандартному відхиленню вертикальної компоненти E_n ПЕМПЗ по профілю ПР1, які співставленні на одному рисунку з даними других геофізичних методів. Значення E_n одержані за результатами повторних вимірювань по всьому профілю в різні дні з подальшим усередненням нормованих значень по кожному пікету (рис. 3).



1 – зона підвищеної тріщинуватості порід.

Рис. 3. Комплексування геофізичних досліджень по профілю ПР-1 (I-V – сейсмогеологічні шари)

По всіх результатах вимірювань на профілі ПР1 відзначаються підвищені значення E_n в інтервалі профілю від мінус 15 м до плюс 75 м, що ототожнюються з підвищеним напруженим станом ґрунтів. У межах даного інтервалу, на фоні підвищених значень E_n на пікетах 10-35 м, спостерігаються відносно знижені значення даного параметра, що свідчить про підвищену зволоженість ґрунтів. У інтервалі 230-320 м знижені значення E_n свідчать про підвищену зволоженість ґрунтів, особливо в інтервалі 245-265 м.

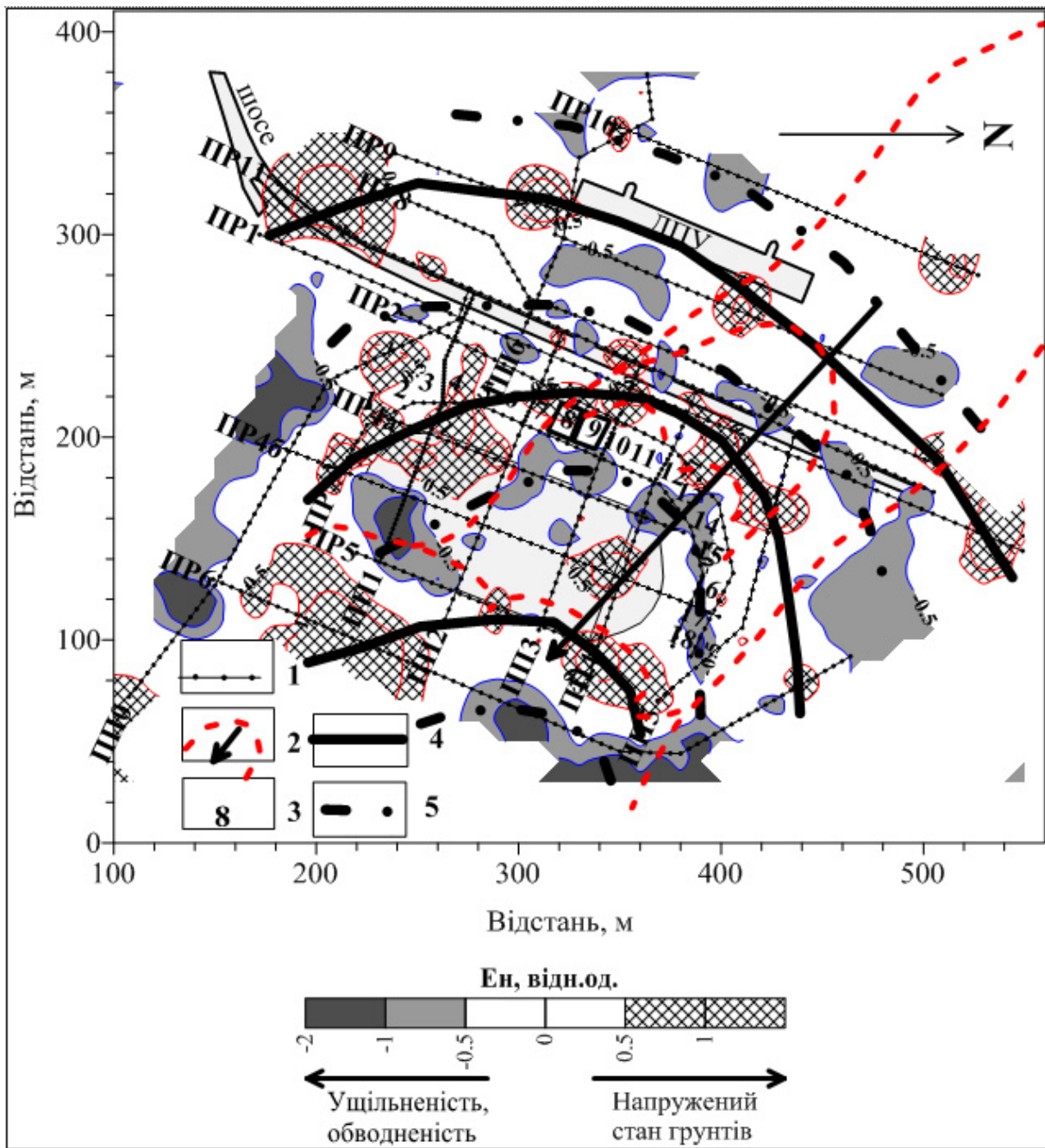
Кінець профілю на пікетах 320-370 м ототожнюється з підвищеним напруженим станом ґрунтів по значеннях E_n більше 0,5-1,0 відн. од.

Карта вертикальної компоненти E_n ШЕМПЗ дослідженої території наводиться на рисунку 4. На карті показані області низьких значень E_n , рівні мінус 0,5 відн. од. і менше, що ототожнюються з областями підвищеної зволоженості і розуцільненості ґрунтів, і області підвищених значень E_n більше плюс 0,5 відн. од., що ототожнюються з областями підвищеного напружено-деформованого стану ґрунтів.

На території поля стадіону переважають фонові (від мінус 0,5 до плюс 0,5 відн. од.) і знижені значення E_n (менше мінус 0,5 відн. од.). Мінімальні значення відзначаються в основному в західній частині стадіону нижче за сектори від шостого до чотирнадцятого і в південно-східній частині території поля стадіону. Підвищені значення E_n відзначаються в південно-західній і північно-східній частинах стадіону.

Вище за сектори субпаралельно автодорозі відзначається смуга підвищених значень E_n , витягнута в північно-східному напрямі, яка обумовлена ймовірно розривним порушенням в корінних породах. Безпосередньо над секторами 7-10 підвищені значення E_n свідчать про підвищений напружено-деформований стан ґрунтів, який нижче за ці сектори на полі змінюється на ущільнений.

Вище на захід від тунелю переважають фонові значення E_n – на територіях майданчиків перед будівлею ДПУ і за нею. Підвищений напружений стан ґрунтів відзначається на південь від будівлі на схилах, що примикають до автодороги і метеомайданчика.



1 – профіль ПЕМПЗ і його номер (ПР - поздовжній, ПП - поперечний); 2 – ділянки активізації зсувних процесів і напрям їх руху; 3 – номери секторів стадіону; осі зон: 4 – області концентрації напружень; 5 – області ослаблення масиву

Рис. 4. Карта нормованих по стандартному відхиленню значень вертикальної компоненти E_v ПЕМПЗ (стадіон МДЦ «Артек»)

Нижче стадіону південна частина території (пікети 0-150 м профілю ПР6) характеризуються підвищеним напруженим станом ґрунтів, східна і північно-східна – підвищеною зволоженістю і розущільненістю ґрунтів.

Таким чином, за даними методу ПЕМПЗ на території, прилеглій до стадіону МДЦ «Артек», встановлено:

1. Аномалії ПЕМПЗ по площі мають строкатий характер, що свідчить про складний характер розвитку деформаційних процесів у масиві гірських порід внаслідок активізації екзогенних зсувних процесів на схилі.

2. Місця підвищеного напружено-деформованого стану порід концентруються в три зони, які чергуються з зонами розущільнених порід.

3. Зони мають параболічну форму, орієнтовані вершиною вгору по схилу і збігаються з орієнтуванням тіла стародавнього зсуву.

4. Відстань між осями зон становить 60-110 м і визначається об'єктами на території досліджень: нижня - нижче стадіону (проявлена за деформації плит нижче стадіону); середня - вздовж секторів (зі східної і південної сторін стадіону) проявлена за сповзанням 8 і 9 секторів; верхня - в районі будівлі ДПУ.

5. Ширина від одного краю до іншого параболі в 2 рази перевищує ширину стародавнього зсуву, що свідчить про його розвиток і розширення вшир навколо стадіону.

Спостереження **кореляційним методом заломлених хвиль** через складні умови місцевості і густу мережу підземних комунікацій проведені тільки на профілях 1 і 2 із західної сторони стадіону та вздовж по профілю ПП5 (профіль 3 КМЗХ) з північної сторони (див. рис. 1).

Сейсморозвідувальні роботи КМЗХ проводилися за методикою поздовжнього профілювання за схемою Z-Z за двократною системою зустрічних і нагоняючих годографів, що забезпечує можливість безперервного простежування нижньої заломлюючої межі й простежування меж, що лежать вище, на окремих інтервалах.

Довжина інтервалу розміщення сейсмоприймачів становила 115 м, крок розстановки сейсмоприймачів - 5 м. Пункти збуджен-

ня розміщувались на пікетах розстановки сейсмоприймачів відповідно 0, 60 і 115 м. У сприятливих умовах виконувалась реєстрація при розміщенні джерела на виносках 60 і 115 м. Джерело збудження ударне. Збудження коливань проводилося ударами тампера масою 8 кг по дерев'яній підкладці. Запис здійснювався в режимі 15-30 накопичень. Крок дискретизації сейсмограми 0,5 мс, тривалість запису 2048 відліків.

На отриманих сейсмограмах чітко спостерігається в перших вступках ряд поздовжніх хвиль, котрі змінюють одна одну. Оскільки наганяючі годографи хвиль практично паралельні, їх можна розглядати як головні хвилі, заломлені на фізичних межах, пов'язаних зі зміною щільності й вологості різних типів порід. На рівні завад досить упевнено по сейсмічних записах можна визначити глибину залягання й швидкісну характеристику заломлюючих границь.

На глибинному розрізі по профілю 1 за даними КМЗХ виділяється п'ять різношвидкісних шарів (див. рис. 3).

Перший від денної поверхні шар характеризується швидкістю поздовжніх хвиль (V_p) в межах 470 – 850 м/с. Шар складають насипні ґрунти з домішками жорстви і щебеню корінних порід в зоні аерації. Нижня границя шару відповідає поверхні повного водонасичення – рівню ґрунтових вод (РГВ). Глибина залягання границі коливається від 1,9 м до 3,2 м.

У другому шарі швидкість V_p змінюється в межах 960 - 1310 м/с. Літологічний склад шару ймовірно не змінюється, а швидкість поздовжніх хвиль зростає через обводнення ґрунтів. Потужність шару становить 0,7 – 2,6 м.

Третій шар характеризується граничною швидкістю 1640 - 1850 м/с. Шар представлений напівтвердими суглинками з включеннями жорстви і щебеню, рідше брил, аргіліту, алевроліту та пісковіку. Висока швидкість V_p зумовлена щільністю ґрунтів і великим процентним вмістом обломків корінних порід. Потужність шару змінюється від 0,4 до 6,2 м.

У четвертому шарі швидкість заломлених хвиль змінюється в межах 2210 – 2710 м/с. Потужність шару – від 0,4 м до 6,8 м, глибина залягання поверхні змінюється від 3,3 м до 10 м. Шар

представлений тріщинуватими корінними породами в зоні інтенсивного вивітрювання.

Заломлююча границя, яка відповідає поверхні п'ятого шару, на більшій частині профілю 1 характеризується граничною швидкістю поздовжніх хвиль в межах 2850 – 3450 м/с. Шар представлений середньо-малотріщинуватими корінними породами. На ділянці профілю між пікетами 125-145 м швидкість V_p знижується до значень 2460 м/с. Локальне занурення границі, зменшення граничної швидкості, найбільш ймовірно, пов'язано з локальною зоною високої тріщинуватості порід тектонічного походження.

На глибинному розрізі КМЗХ по профілю 2, який прокладений паралельно профілю 1, також простежується п'ять різношвидкісних шарів. На цьому профілі заломлююча границя поверхні п'ятого шару характеризується граничною швидкістю V_p 2780 - 3450 м/с. Границя простежується на глибинах від 10,9 м до 17,4 м, що глибше ніж на відповідній частині профілю 1. На нашу думку, це пов'язано з порушеннями суцільності масиву порід, зумовленої підрізкою корінного схилу при будівництві західних трибун стадіону.

На глибинному розрізі по профілю 3, який прокладений з північної сторони стадіону (відповідає частинам профілів ПР2 та ПП5 на рис. 1), також простежується п'ять різношвидкісних шарів (рис. 5).

Заломлююча границя п'ятого шару на профілі 3 характеризується граничною швидкістю поздовжніх хвиль в межах 2920 - 3220 м/с. Шар представлений середньо-малотріщинуватими корінними породами. В середній частині профілю на пікеті 60 м фіксується зменшення швидкості V_p і ступінчасте занурення границі вниз по схилу. Такий характер занурення границі та зменшення граничної швидкості може бути пов'язано з локальною зоною підвищеної тріщинуватості порід або з порушенням суцільності порід, зумовленої зсувними процесами, що підтверджується даними ШЕМПЗ: різким зменшенням значень E_n на пікеті 230 м профілю ПР2 і незначним зменшенням E_n на пікетах 80 м і 95 м профілю ПП5 (див. рис. 5).

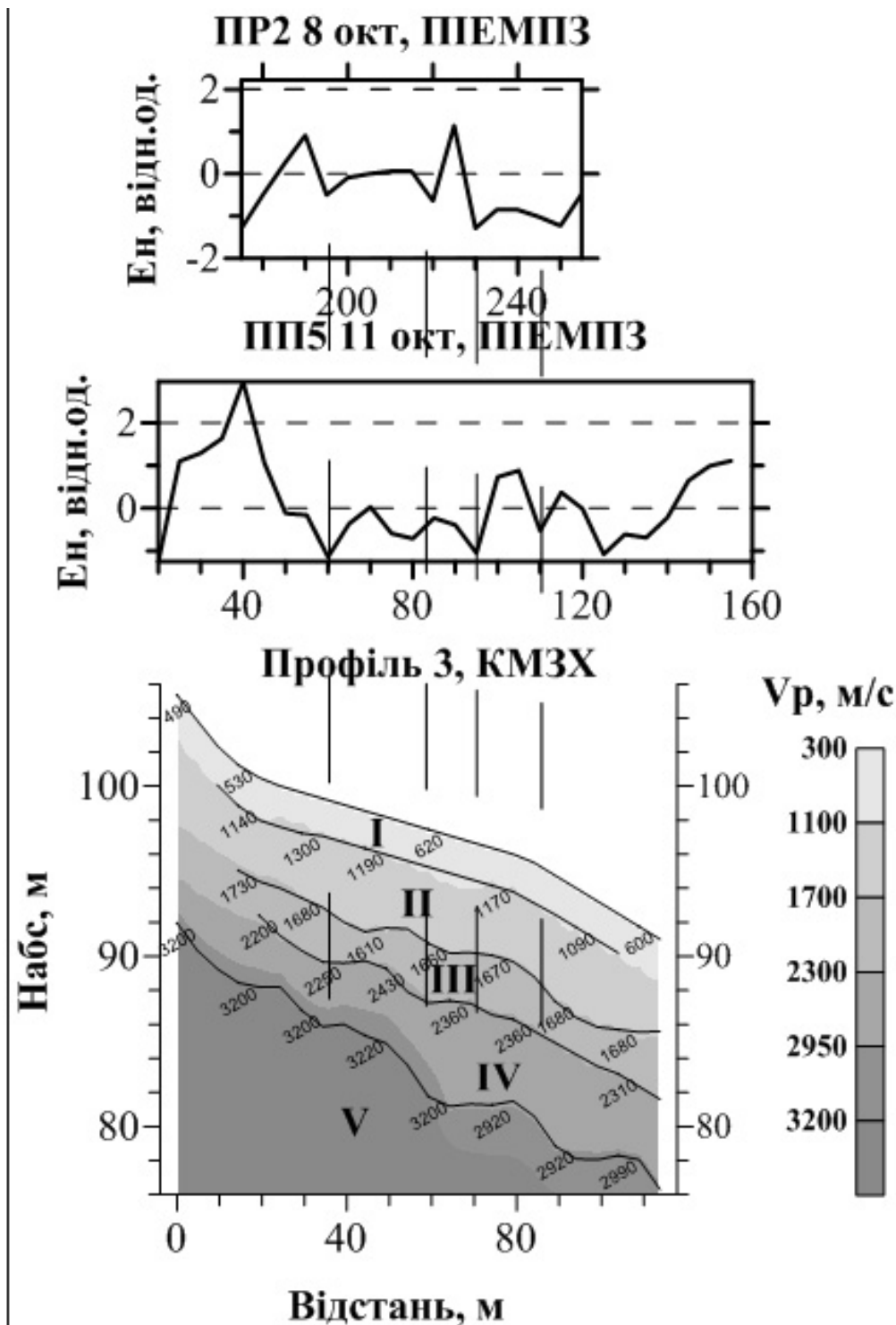


Рис. 5. Графіки ПЕМПЗ та глибинний розріз за даними КМЗХ по профілю 3

Геоелектричні спостереження через складні умови місцевості і густу мережу підземних комунікацій проведені тільки на профілях 1 і 2 з західної сторони стадіону методом вертикальних

електричних зондувань (ВЕЗ) та електропрофілювання в модифікації серединних градієнтів (ЕП-СГ) за методикою суміщення з ВЕЗ.

Вертикальні електричні зондування виконувались апаратурою ERA-MAX симетричною чотириелектродною установкою Шлюмберже AMNB з параметрами: $AB_{\min} = 2,78$ м; $AB_{\max} = 202$ м; коефіцієнт геометричної прогресії збільшення АВ становив 1,39.

Спостереження методом ВЕЗ виконувались з кроком між точками спостережень 10 м, методом ЕП-СГ – 5 м.

Криві ВЕЗ мають мінливу, як правило, тришарову структуру з переважаючим типом Н ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$) та діапазоном зміни електричних опорів від 5 до 200 Ом·м. Це обумовлено наявністю в розрізі малопотужного поверхневого шару добре просушених ґрунтів у зоні аерації, верстви зволжених делювіально-пролювіально-зсувних накопичень в середній частині та корінних порід таврійської серії в основі.

За даними ЕП-СГ (див. рис. 3) ефективний електроопір масиву вздовж профілю змінюється в діапазоні від 5 до 50 Ом·м. Розподіл електроопору вздовж профілю відображає загальний характер зволоженості порід масиву, в якому проявляються області високої зволоженості в інтервалах пікетів 80-140 м та в околі пікету 260 м, а також область помірної вологості в інтервалі пікетів 160-250 м. Високі значення електроопору (25-50 Ом·м) в інтервалі пікетів 0-80 м свідчать про відсутність зволоження порід.

Цікаву картину характеру обводнення масиву у вертикальній площині проявляє геоелектричний розріз за даними ВЕЗ (див. рис. 3). В початковій частині профілю (пікети 0-100) масив характеризується високими і витриманими значеннями електроопору. В середній частині в інтервалі пікетів 110-140 м спостерігається вузька вертикальна зона з низькими значеннями електроопору (5-15 Ом·м), в межах якої проявляються дві локальні області оконтурені ізолінією 12,5 Ом·м. У верхній частині аномальної зони фіксується локальна область водонасичених порід сучасного активного зсуву, а в нижній – область обводнення зони високої тріщинуватості корінних порід, яка була виявлена за даними сейсморозвідки КМЗХ (див. рис. 3). Досить впевнено можна ствер-

джувати, що в цій частині масиву існує гідравлічний зв'язок між водами зсувних утворень і корінних порід.

Дальше по профілю, в інтервалі пікетів 150-210 м, спостерігається помірне зволоження зсувних накопичень, яке до закінчення профілю набуває стану водонасичення. В околі пікету 260 м характер поширення ізоліній електроопору набуває вертикального спрямування, як в центральній частині профілю.

За даними спостережень геоелектричними методами ВЕЗ і ЕП-СГ можна зробити висновок, що з нагірної сторони стадіону зсувні накопичення мають складний характер обводнення, над поверхнею ковзання зсувні накопичення знаходяться в перезволоженому стані, що відображається низькими значеннями електроопору геоелектричного горизонту.

Висновки. За результатами комплексних геофізичних досліджень на території активізації зсувних процесів, прилеглих до стадіону МДЦ «Артек», простежено літологічні контакти, горизонти зволжених і обводнених порід, виявлено локальну зону підвищеної тріщинуватості корінних порід нижче поверхні ковзання.

Над поверхнею ковзання порушені зсувні накопичення знаходяться в перезволоженому стані, що відображається низькими значеннями електроопору геоелектричного горизонту. За даними методу ПЕМПЗ встановлено структурно-тектонічні особливості ділянки в плані та оцінено її геодинамічну активність. Поширення аномалій ПЕМПЗ по площі має строкатий характер, що свідчить про складний характер розвитку деформаційних процесів у масиві гірських порід внаслідок активізації екзогенних зсувних процесів на схилі.

Найбільший вплив на активізацію зсувних процесів на ділянці стадіону спричинили техногенні фактори: підрізка і планування схилу із західної (нагірної) і східної (низової) сторін стадіону; підрізка схилу для зведення західних трибун та планування схилу під ігрове поле, неналежне облаштування комунікацій перехвату липневих вод з нагірної сторони, інтенсивний рух транспорту по автомобільній дорозі із західної сторони стадіону.

Таким чином, комплексування електричних, електромагнітних та сейсморозвідувальних методів розкриває не тільки струк-

туру і стан зсувного масиву гірських порід, а й його напружено-деформований стан під впливом негативних як природних, так і техногенних факторів формування та активізації зсувів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Отчет об инженерно-геологических изысканиях и геофизических исследованиях территории расположения корпуса «Алмазный» лагеря «Горный» [Текст] / АП ИЭ № 5 «Фундаментпроект». – Ялта, 2003. – 42 с.
2. Программа работ по ликвидации аварийного состояния объектов и сооружений МДЦ «Артек» [Текст] / «Инжзащита» – Ялта, 2003. – 84 с.
3. Инженерно-геологическая модель системы оползней МДЦ "Артек" на основе анализа материалов прошлых лет. Пояснительная записка [Текст] / ООО ИЭ «Фундаментпроект». – Ялта, 2007. – 21 с.
4. Методические рекомендации по изучению напряженного состояния горных пород методом ЕИЭМПЗ [Текст]. – Симферополь: ИМР, 1991. 27 с.