

<https://doi.org/10.15407/gpimo2022.04.029>

І.Е. Ломакін, д-р геол. наук, зав. відділом

e-mail: igorlomakin@gmail.com

ORCID 0000-0003-2745-2579

Є.А. Сарвіров, мол. наук. співроб.

e-mail: easarvirov@gmail.com

ORCID 0000-0001-5429-5834

В.В. Кочелаб, старш. наук. співроб.

e-mail: vkdkochelab@gmail.com

ORCID 0000-0002-4888-9297

ДНУ «МорГеоЕкоЦентр НАН України»

01054, Київ, вул. Олеся Гончара, 55-Б

ТЕКТОНІЧНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ЗСУВІВ БЕРЕГОВОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Зсуви у береговій зоні Північно-Західного Причорномор'я (ПЗП) — дуже поширене природне явище. Аналіз великих обсягів оригінального польового та компілятивного геологічного матеріалу показує визначальний вплив тектонічних факторів на формування геоекологічних характеристик південних районів ПЗП. У 2014—2022 рр. було виконано вивчення матеріалів аерокосмічних спостережень — радарного рельєфу SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) із статистичною обробкою даних у ГІС-середовищі у комплексі з результатами наземних маршрутних досліджень. Наведені описи та фото зсувів, інформація щодо визначення закономірностей просторового розташування зон активного зсувоутворення, причин та факторів їх виникнення, характеру розвитку та наслідків зсувної діяльності. На основі тектонолінеamentного аналізу отримано досвід визначення відмінностей динаміки розвитку окремих активних тектонічних блоків півдня ПЗП та масштаби їх можливого перспективного впливу на формування загальної сучасної геолого-екологічної ситуації. Результатом такої роботи стали матеріали для розробки рекомендацій щодо врахування природних геодинамічних характеристик конкретних районів, які досліджуються, для вирішення актуальних господарських питань планування раціонального і безпечного природокористування.

Ключові слова: зсуви, тектонічні фактори, SRTM-рельєф, Північно-Західне Причорномор'я.

Вступ

Зсуви берегової зони Північно-Західного Причорномор'я (ПЗП) — дуже поширене геологічне природне явище [7, 17], що під зростаючим антропогенним тиском завдає все більш відчутну шкоду господарчій діяльності. У 2020 р. на засіданні

Цитування: Ломакін І.Е., Сарвіров Є.А., Кочелаб В.В. Тектонічні фактори формування зсувів берегової зони Північно-Західного Причорномор'я. *Геологія і корисні копалини Світового океану*. 2022. **18**, № 4: 29—40. <https://doi.org/10.15407/gpimo2022.04.029>

Південного наукового центру НАН України і МОН України процеси зсувоутворення в береговій зоні ПЗП визнані катастрофічними і надзвичайно небезпечними; прийняте звернення до Кабінету Міністрів України про необхідність і важливість вивчення процесів зсувоутворення в береговій зоні м. Одеси та всієї північно-західної частини Чорного моря.

Багаторічними дослідженнями визначено, що ці явища нестабільні в часі та просторі та залежать від широкого ряду чинників: геологічної будови, геоморфології й тектонічної активності регіону, варіацій зміни рівня моря, особливостей кліматичних, інженерно-геологічних та антропогенних процесів. Проблема розвитку зсувів особливо актуалізується сьогодні через нарощування темпів освоєння прибережених районів України у зв'язку із сучасною геополітичною ситуацією та розбудовою нових промислових та рекреаційних зон.

Аналіз великих обсягів оригінального польового та компілятивного геологічного матеріалу, зібраного співробітниками Відділення морської геології НАН України (сьогодні Центр проблем морської геології НАН України), показує визначальний вплив тектонічних факторів на формування геоекологічних характеристик південних районів ПЗП. З'являється інформаційна база для визначення закономірностей просторового розташування зон активного зсувоутворення, причин та факторів їх виникнення, характеру розвитку і наслідків зсувної діяльності.

Мета роботи

Мета роботи — побудова теоретичної основи концепції активного впливу геотектонічних факторів на формування основних природних характеристик регіону для розробки прогнозу небезпечних явищ та методів боротьби з ними.

У 2014—2022 рр. проводилось вивчення матеріалів аерокосмічних спостережень — радарного рельєфу SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) зі статистичною обробкою даних у ГІС-середовищі у комплексі з результатами наземних маршрутних досліджень. На основі тектонолінеаментного аналізу отримано досвід визначення динаміки розвитку окремих активних тектонічних блоків півдня ПЗП та масштаби їх можливого перспективного впливу на формування загальної сучасної геолого-екологічної ситуації.

Результатом досліджень стали матеріали для розробки рекомендацій щодо врахування природних геодинамічних характеристик конкретних районів, що досліджуються, для вирішення актуальних господарських питань та планування раціонального і безпечного природокористування.

Вивченням формування сучасного природного середовища півдня України займається багато дослідників. В останні десятиріччя все більше уваги приділяється поглибленому аналізу саме тих явищ, що становлять значну небезпеку для геолого-екологічного стану територій, які сьогодні активно освоюються, зокрема зсувоутворенню. Існує багато публікацій, присвячених як загально-теоретичним дослідженням, так і різноманітному аналізу конкретних зсувонебезпечних ділянок [1, 7, 13—17]. У цих роботах розглядаються різноманітні фактори, що визначають зародження та розвиток зсувних процесів. Більшість дослідників виокремлюють у якості основних умов, які сприяють утворенню зсувів у ПЗП, наступні:

- неоднорідність фізико-механічних властивостей та глибини залягання шару понтських вапняків (крихкий шар) поверхневої частини геологічного розрізу,

який перекритий пухким шаром четвертинних лесовидних суглинків та прошарком червоно-бурих глин і підстиляється пластичним шаром меотичних глин;

- абразія берега, що пов'язана з трансгресією моря;
- наявність у розрізі кількох водоносних горизонтів (як у тріщинуватих вапняках понту, так і у глинисто-піщаних відкладах меотісу);
- інтенсивна техногенна будівельно-господарська діяльність у приморській смузі.

Тектонічний фактор. На наш погляд, найбільш потужний геологічний фактор, який створює загальні природні умови для зародження і розвитку зсувів, — неотектонічні процеси. Берегова абразія та ерозія значною мірою також є функціями неотектоніки. А такі чинники, як літолого-стратиграфічний склад розрізу та його водонасиченість, визначають характер механізму зсувоутворення. Причому антропогенний фактор особливо провокує зсувоутворення на ділянках, які мають схильність до цього за геологічними особливостями.

Слід підкреслити недостатню, на наш погляд, увагу багатьох досліджень зсувних процесів щодо ролі тектонічних факторів. Це пояснюється тим, що неотектонічні процеси розтягнуті у часі (перманентні і масштабні), а зсуви є явищами локальними, відносно швидкими і катастрофічними. Тому реальне дослідження зсувів на практичному рівні насамперед полягає у вирішенні локальних, суто інженерно-геологічних прикладних питань та у необхідності оперативно знизити ступінь небезпеки утворення зсуву, щоб запобігти катастрофі. При цьому базовим геологічним (особливо тектонічним) чинникам процесів зсувоутворення приділяється явно недостатньо уваги.

Важливість ролі тектонічних факторів підтверджується тим, що ПЗП знаходиться в зоні зчленування краю Східно-Європейської платформи та западини Чорного моря, що динамічно формується. Сюди також проєктуються активні фланги найбільших трансконтинентальних тектонолінеamentних зон (Балтійсько-Іранського суперлінеamentу, частина якого відома як зона Тейсейра-Торнквіста, та Азово-Адріатичного мегалінеamentу) [11, 12]. Головними рисами таких зон є закономірна просторова орієнтація їх розломних ансамблів [9] та сучасна тектонічна активність на фоні визначеності переважної динаміки вертикальних рухів блоків, з яких вони складаються. Тут слід зазначити, що науковою і методологічною основою досліджень, що проводяться, є концепція розломно-блокової будови тектоносфери Землі, яка традиційно розробляється українською геологічною школою В.Г. Бондарчука — І.І. Чебаненка. Виходячи з її положень та з багаторічного досвіду авторів роботи, в регіоні досліджень значних блокових латеральних зміщень в мезокайнозої не було виявлено. З іншого боку, вертикальні блокові зрушення, зокрема і сучасні, є характерною рисою для всього ПЗП. Саме вони переважно визначають особливості морфології рельєфу різних блоків території, абразію берегів моря, бальність землетрусів, водонасиченість ґрунтів та інженерно-геологічні характеристики осадового чохла і, як результат, можливості та перспективи виникнення масштабних, часом катастрофічних зсувів, які тут відбувалися та які будуть можливі в найближчий час.

Сучасне рельєфоутворення у ПЗП — це природне відображення геотектонічних процесів, що формують западину Чорного моря. Вона закладена ще в ранньому мезозої, а її занурення спостерігається дотепер [1, 7, 14, 15].



Рис. 1. Протяжні смуги зсувів у 2 км східніше порту Південний

У процесі досліджень виявлені деякі факти, що дозволяють по-новому підійти до вирішення проблеми виникнення та розвитку зсувів в регіоні:

1. На тлі досить одноманітного рельєфу берегової зони Одеської та Миколаївської областей (за винятком гирлових частин крупних лиманів) зони активного зсувоутворення проявлені відносно нерівномірно.

2. В окремих районах спостерігаються зони активного піднімання (Одеське підняття, центральна частина м. Одеса) або активного етапного занурювання (заглиблювання) певних ділянок узбережжя (Коблеве, Вилкове, деякі блоки сходу Миколаївської області). Останні звичайно фіксуються наявністю вкладених терас у гирлах лиманів та річкових долин, а також великою глибиною залягання вапняків понту.

3. Розломна мережа в різних районах відображена по-різному. Наприклад, у м. Одеса в районі 16 станція Великого фонтану — вул. Рибальська в рельєфі добре проявлені глибокі крутосхилові балки, закономірно орієнтовані у просторі, а в районі Аркадія — Малий фонтан на поверхні плато проявлені лише розлогосхилові лінійні низини. Форма та інтенсивність проявів зсувів часто безпосередньо пов'язані із напрямком ділянки берега і розломів, що їх формують.

4. Іноді зони зсувів виражені системою накладених один на одного цирків. В інших місцях, де берегова лінія закладена по розломних зонах (район порту Південний, частково с. Санжейка), зсуви формуються у вигляді вузьких довгих смуг (рис. 1) довжиною інколи більше 500 м. Ці смуги контролюються лінеаментною мережею, яка добре простежується на поверхні прибережного плато. Аналогічна картина виявляється на правому березі Бузького лиману в районі Парутиного та Рибаківки.

5. На картах SRTM-рельєфу добре видні межі блоків із різною тектонодинамікою. Наприклад, західна частина Миколаївської області має значно контрастніший рельєф у порівнянні зі східною, більш зануреною частиною (причому вони досить схожі за загальною геологічною будовою). Очевидно, що зсувні процеси на заході області проявляються інакше (рис. 2). Так само яскраво виражені відмінності пліоцен-четвертинної історії багатьох інших блоків Одеської області, виходячи із порівняння висот залягання вапняків понту.

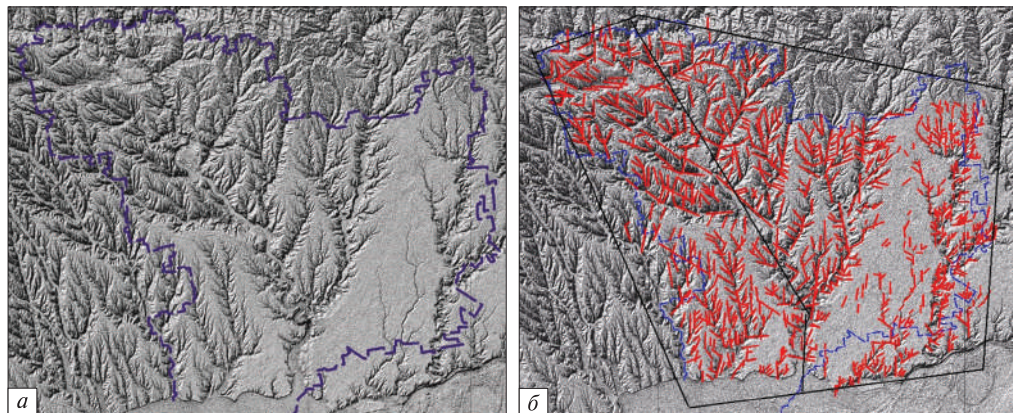


Рис. 2. Полігон «Миколаїв»: а — карта SRTM-рельєфу, б — карта мезо-тополінементів

Неодноразова активізація вертикальних неотектонічних рухів різного знаку на території ПЗП простежена давно. Берег тут у більшості випадків представляє собою горбисте плато, обмежене крутими обривами, із розвинутою системою розлогих балок, які орієнтовані по розломній мережі давнього закладення. Випростані ділянки берегової лінії пов'язані з розломними порушеннями. Наприклад, крупне порушення Пн-Сх напрямку ($\sim 35\text{--}45^\circ$) проходить уздовж всього узбережжя від Одеси до гирла Дунаю. Місто Чорноморськ, судячи з матеріалів тектоно-лінеamentного аналізу SRTM-рельєфу, знаходиться в зоні впливу активних тектонічних зон субмеридіонального Пн-Зх ($\sim 315^\circ$) та Пн-Сх ($\sim 35\text{--}45^\circ$) напрямків. Лимани цього району закладені по закономірно орієнтованим розломам. Розвинена розломна мережа ілюструє підвищену тектонічну активність великих ділянок узбережжя. Блокові та мікроблокові субвертикальні тектонічні рухи різних знаків провокують тут прояви зсувних процесів.

На субгоризонтальній поверхні прибережного плато часто зустрічаються ізометричні, в основному прямокутні занурені (іноді безстоківі) ділянки розміром у декілька сотень метрів у поперечнику (поди). Вони фіксують контури мікроблоків, занурених у четвортинний час.

Численні випадки внутрішньопонтських дислокацій фіксуються по нахиленому до 10° заляганню окремих блоків вапняків середнього понту, що субгоризонтально перекриті вапняками верхнього понту. Післяпонтські диз'юнктивні дислокації проявлені зсуваннями понтських вапняків у бортах балок із амплітудою до 20—30 м [8]. Сумарні амплітуди післяпонтських рухів у регіоні, що оцінені за потужністю відкладів, складають: підняття у північній частині Причорномор'я — до 75—150 м, занурення в дельті Дунаю — до 200—350 м, занурення в нижній течії Дніпра — 200—700 м [7]. Високоточною батиметрією встановлена вертикальна різниця висот бортів (80—200 м) підводного каньйону Дунаю [5].

При формуванні чорноморської западини на різних ділянках її крайових частин (берегової зони Чорного моря) відмічаються помітно різні швидкості занурювання, що визначаються тектонічним положенням та геологічною будовою блоків, які складають ці ділянки. Очевидно, що масштаб їх вертикальних рухів і, як наслідок, інтенсивність процесів зсувоутворення в різних частинах узбережжя ПЗП істотно різняться.



Рис. 3. пляж Люсдорф (м. Чорноморка) в 2019 р. (а) та у вересні 2021 р. (б). На задньому плані — мис Великий Фонтан



Рис. 4. Залишки зруйнованих дачних будівель в районі пляжу Райдуга (м. Чорноморськ)



Рис. 5. Прямолинійні лінії електропередач та доріг у зсувній зоні

У результаті досліджень 2014—2021 рр. нами встановлені прояви численних диференційованих різноспрямованих вертикальних рухів на окремих ділянках берегової зони. Вони спричинили масштабні підтоплення пляжів, руйнування берегозахисних споруд, господарських будівель, баз відпочинку (наприклад, район Коблевого), житлових будинків.

За даними, отриманими режимними спостереженнями та іншими геодезичними методами, берег моря в районі Одеси опускається зі швидкістю 1,1 мм/рік, а в зоні лиманів від гирла Дунаю до Одеси — 1—2 мм/рік. На тлі цих відносно невеликих, але значущих величин епейрогенічних рухів відбуваються досить різкі амплітудні переміщення. Ось деякі свідчення цього: численні зсування тунелю міського стічного колектора центрального району Одеси; тріщинні деформації (аж до руйнування) будівель історичного центру Одеси та їх пов'язаність із закономірно орієнтованими системами розломів [4]; періодичне зникнення піщаних кіс в Одеській затоці (<http://odessa-life.od.ua>); інструментально підтверджені геодеформаційні процеси в районі м. Південний [16]; явища цунамій у прибережній зоні одеського шельфу (2015—2016 рр.); активні вертикальні сучасні рухи в зоні

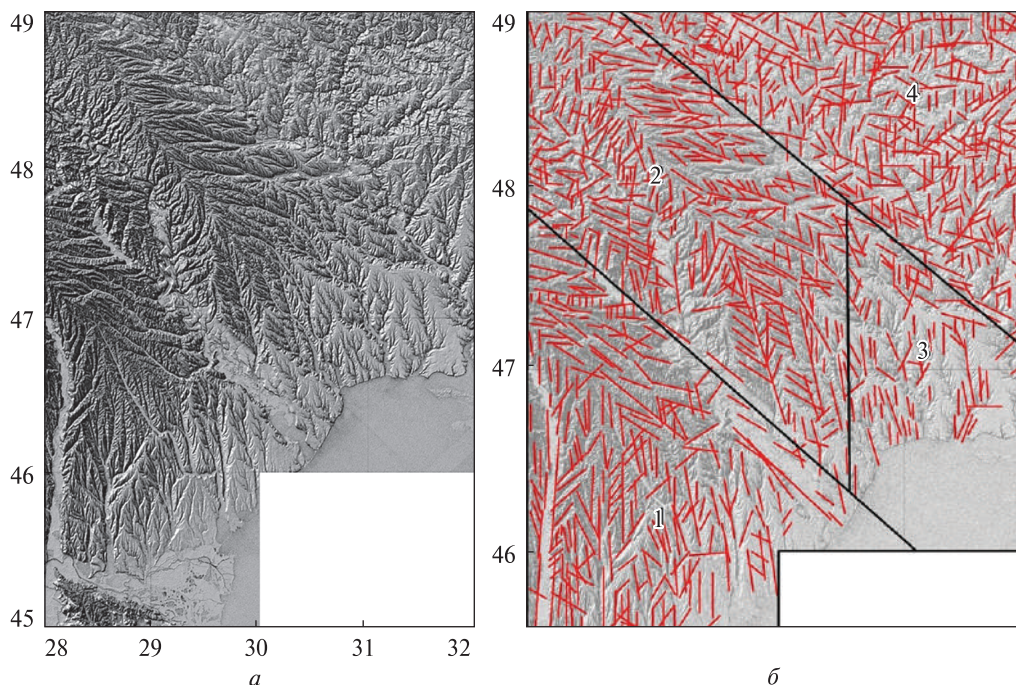


Рис. 6. Полігон «Одеса»: *а* — карта SRTM-рельєфу; *б* — карта мезо-тополінементів (1 — Передднібрський прогин; 2, 3 — південно-західний схил Українського щита; 4 — Український щит)

лиманів Алібей-Шагани [3]; зникнення пляжів (Чорноморка, Люсдорф) (рис. 3); катастрофічне руйнування дачного містечка в районі пляжу Райдужний (м. Чорноморськ). В останньому випадку це не було наслідком типового, як раніше вважалося, зсуву. У жовтні 2014 р. ділянка берега довжиною більше 400 м вертикально опустилася більш ніж на 2 м. В результаті більше сотні дачних будинків, як і окремі каркасні павільйони бази відпочинку, що знаходилась неподалік, були зруйновані (рис. 4). Багато капітальних котеджів на краю верхнього плато розвалилися. При цьому істотних горизонтальних переміщень ділянок берега на було помічено: дороги та лінії електропередач залишилися виключно прямолінійними [10] (рис. 5).

На відмінність сучасних тектонічних режимів окремих блоків узбережжя ПЗП вказують такі факти:

- істотні відмінності у будові тектонолінементних ансамблів різних блоків (рис. 6);
- наявність в окремих блоках вкладених терас (район с. Коблевого);
- локальність зон розповсюдження подів;
- локальність зон режиму сучасного опускання (південь Одеської області, де відклади понту лежать на значній глибині) або підймання (Одеське підняття);
- істотні відмінності у потужності осадового чохла на заході і на сході Миколаївської області (див. рис. 2).

Подібні явища відмічені і в інших районах Північного Причорномор'я. Так, влітку 2011 р. на Таманському півострові в районі м. Кам'яний сталося високоамплітудне неотектонічне підняття ділянки дна Азовського моря із захопленням берегової смуги довжиною 435 м [2]. Ширина смуги морського дна, що зберігла-



Рис 7. Вихід понтських вапняків в береговій зоні селища Фонтанка (а) з масивним зсувом по їх поверхні (б)

ся від абразії і оголилася, — 50 м, амплітуда підняття — не менше 5 м. Ділянка дна складена корінними породами, а не продуктами виверження грязьового вулкана.

Наведені факти свідчать, що периметральні частини Чорноморської западини підпадають під вплив активних сучасних диференційованих мозаїчно-блокових вертикальних рухів різного знаку, часом із інверсією, проте із загальною тенденцією до прогинання у бік внутрішніх частин мегазападини. Швидкість цих рухів може в десятки разів перевищувати швидкість фонових значень епейрогенічних рухів, що встановлені режимними геодезичними спостереженнями. Важливо підкреслити, що тектонічні процеси (перш за все пліоцен-голоценові блокові рухи) проявлені тут вкрай нерівномірно.

Антропогенний фактор. Окремо слід розглянути вплив антропогенних навантажень на формування зсувів. Багаторічний досвід досліджень свідчить про значну роль цього чинника — як у посиленні дії природно-геологічних процесів зсувоутворення, так і в їх провокації. Потужність негативного впливу антропогенного фактора на оточуюче середовище через масоване активне освоєння території сьогодні настільки зросла, що може бути порівняна з дією природних агентів. Внаслідок сільськогосподарської діяльності, активної забудови прибережних районів ПЗП, прокладання доріг, що підрізають берег, розробки піщаних кар'єрів в прибережній зоні тощо створюються умови для прискорення абразії берегів, збільшення крутості схилів, а це призводить до зростання внутрішніх напружень в масивах порід. Розміщення міських водопровідних і каналізаційних мереж та їх функціонування у поганому технічному стані має наслідком потрапляння великих об'ємів води у природні водоносні горизонти, що створює умови для утворення зсувонебезпечних поверхонь ковзання. Активне освоєння берегової зони, яке проводиться без необхідного інженерно-геологічного обґрунтування і моніторингу, без відповідної організації відведення поверхневих, ґрунтових і каналізаційних стоків, провокує утворення зсувонебезпечних ділянок у береговій зоні. Особливо яскраво це проявляється в місцях, де бронюючий пласт понтських вапняків залягає на незначних глибинах і слугує природним водопідпором (наприклад, с. Фонтанка). Стихійна забудова приватного сектора з активним спорудженням розділювальних стін на межах ділянок істотно змінює режим природного стоку поверхневих вод та збільшує обсяги поповнення водоносних горизонтів, що також провокує утворення зсувів (рис. 7).

У результаті техногенної діяльності із протизсувного укріплення локальних ділянок берега змінюються контури берегової лінії, напрямки та обсяги перено-

су прибережних осадів. Штучне відсіпання пляжів і вибирання значних об'ємів ґрунту із прибережної зони, будівництво берегозахисних споруд призводять до зміни літодинамічних процесів і негативно впливають на прибережну морську акваторію, що істотно погіршує геоекологічну ситуацію. Створюється парадоксальна картина: в результаті будівництва споруд для укріплення берега та виконання широкого комплексу технічних зсувозахисних заходів формування зсувів частково уповільнюється, проте диференційні вертикальні рухи на схилах та прибривковій частині плато не припиняються, і в той же час наноситься відчутна шкода узбережній екосистемі. Латераль дуже чутлива до змін умов природного середовища, і недостатньо продумане втручання може привести до небажаних віддалених у часі та по території наслідків. Досвід вивчення негативних наслідків техногенного впливу на приморську геоекосистему вказує на необхідність ретельного і виваженого підходу до проектування будь-яких робіт в узбережній зоні з обов'язковим урахуванням тектонічних особливостей та характеристик району робіт. Необхідно враховувати як ефект від технічних рішень, так і їх наступний вплив на біологічне оточуюче середовище [6].

Обговорення результатів

Для території ПЗП зсувні процеси, як вже було зазначено, — дуже небезпечне природне явище. Найважливіші фактори, що призводять до утворення зсувів, пов'язані із проявами активної неотектонічної діяльності на тлі конкретної геологічної та гідрогеологічної характеристики приповерхневих частин геологічного розрізу. Ще раз слід підкреслити, що потужний вплив на провокацію та розвиток зсувів справляє зростаючий антропогенний пресинг. Виконані за останні 50—60 років величезні за обсягами та фінансовими витратами роботи із будівництва протизсувних споруд виявилися у більшості випадків малоефективними, при цьому така діяльність завдає відчутної шкоди біологічному середовищу. Для протидії зсувній небезпеці та мінімізації шкідливого впливу на геоекологічне середовище необхідно розробляти нові ефективні підходи і технічні рішення під час проектування. Потрібний визначений і прогнозований комплексний ефект від техногенної дії на локальних ділянках із точки зору впливу будівництва на всю геоекосистему узбережної зони та прилеглих територій в цілому. Слід пам'ятати негативний досвід минулих років та застосовувати сучасні методи вивчення процесів, знати і використовувати передовий світовий досвід щодо освоєння подібних об'єктів. Одна із існуючих проблем — відсутність надійної картографічної бази районів розвитку зсувів як основи ефективного природокористування. Це ускладнює раціональний розподіл і концентрацію зусиль та коштів, орієнтованих на освоєння узбережжя Чорного моря. Зібрання матеріалів для формування такої бази є важливою та актуальною задачею. Недостатня якість картографічних баз, режим обмеженого доступу к багатьом об'єктам, брак матеріалів аерокосмічних спостережень, ефективних методик обробки інформації та матеріально-технічного забезпечення досліджень завадили нашим попередникам якісно і обґрунтовано вирішити проблему зсувоутворення в ПЗП.

Виділення районів із різними специфічними характеристиками морфоструктур природного рельєфу, із обов'язковим врахуванням меж і масштабів антропогенного пресингу дозволяють створити основу для встановлення меж зсу-

вонебезпечних полів, зокрема їх розвитку в перспективі. Побудова сучасних детальних неотектонічних карт і тематичних схем із виділенням активних зон та ділянок розломів — актуальна і важлива задача при рішенні проблем раціонального та безпечного природокористування.

Сьогодні, завдяки розвитку сучасних, в першу чергу аерокосмічних методів досліджень із відповідними програмами обробки їх даних, з'являється можливість розробити ефективні методи передбачення зсувів та підготовки відповідних рекомендацій щодо організації протизсувних програм і засобів боротьби із небезпечними наслідками цього явища. Методичною основою такої роботи має стати поєднання вивчення значних обсягів оригінального польового та компілятивного матеріалу і даних обробки супутникової інформації в ГІС-середовищі із застосуванням сучасних методів тектонолінеаментного аналізу та їх інтерпретація для визначення динаміки тектонічних рухів.

Висновки

1. Процеси зсувоутворення в ПЗП контролюються у значній мірі неотектонічною діяльністю, що виражається диференційованими різноспрямованими, переважно вертикальними рухами вздовж розломів і зон тріщинуватості, які належать закономірно орієнтованих в просторі тектонолінеаментній мережі. Тектонічні фактори багато в чому визначають характер та інтенсивність екзогенних процесів.

2. Антропогенні фактори відчутно впливають на характер і темпи розвитку зсувів, зокрема в умовах зростання темпів техногенного навантаження на природне середовище в районах ПЗП. Багаторічний досвід досліджень цієї проблеми свідчить про значну роль цього чинника — як у посиленні дії природно-геологічних процесів зсувоутворення, так і у самотійній їх провокації. Потужність негативного впливу антропогенного фактора на оточуюче середовище через масоване активне освоєння територій сьогодні настільки зростає, що стала співставною із дією природних агентів.

3. Виконані в останні десятиріччя великі за обсягами і фінансовими витратами будівельних робіт протизсувні заходи фактично в багатьох випадках виявилися малоефективними. Розвиток зсувів на окремих ділянках уповільнився, але не припинився. До того ж з'явилися серйозні негативні наслідки від сумарного ефекту впливу цих робіт на гідрологічний режим і біосферу в геоекосистемі узбережної зони.

4. Для більш глибокого розуміння процесів зсувоутворення і, відповідно, для ефективної діяльності щодо зниження зсувної небезпеки в регіоні необхідні неотектонічні карти і тематичні схеми із виділенням активних зсувонебезпечних зон і полів. Такі карти мають складатися на підставі цільової неотектонічної інтерпретації матеріалів дистанційного зондування Землі (з обов'язковим використанням ретроспективної інформації щодо зсувів, яка накопичена протягом останніх десятиліть). При складанні карт слід враховувати межі і ступінь впливу антропогенного навантаження.

5. При плануванні та проектуванні будівництва і господарської діяльності у прибережній неотектонічно активній зоні необхідно оцінювати геоекологічний вплив та можливі наслідки цієї діяльності не тільки на локальну ділянку будівництва, а й на всю прибережну територію. Результатом такої праці мають бу-

ти рекомендації щодо врахування природних геодинамічних характеристик конкретних районів, що досліджуються, для вирішення актуальних господарських питань та планування засобів раціонального і безпечного природокористування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреев В.М. Проблема Понтиды и долины древних рек в Чёрном море. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2010. № 2. С. 47—50.
2. Герасимов М.Е., Евдошук Н.И., Коболев В.П., Лукин А.Е. X Международная конференция «Крым-2012: Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа». *Геофиз. журн.* 2012. 34, № 6. С. 184—189.
3. Гранова А.К., Волынская В.О. Геологическое строение участка побережья Алибей-Шаганы (Северо-Западное Причерноморье). *Геол. журн.* 2012. № 2. С. 58—65.
4. Дабижа М.Н., Дупан В.В., Чуйко Е.Э., Штенгелов Е.С. Роль планетарной трещиноватости в деформации зданий исторического центра г. Одесса. *Вісн. Одес. нац. ун-ту. Географ. та геол. науки*. 2006. 11, 3. С. 178—186.
5. Евсюков Ю.Д. Конус выноса Дуная: геоморфологическая характеристика, слоистость верхнечетвертичных осадков (по материалам эхолотного промера). *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2007. № 4. С. 109—116.
6. Ємельянов В.О., Наседкін Є.І, Іванова Г.М. Актуальність та передумови створення системи спостережень за станом природного середовища в зоні взаємодії суходолу та моря. *Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України*. 2010. Вип. 3. С. 165—169.
7. Зелинский И.П., Корженевский Б.А., Черкез Е.А., Шатохина Л.Н., Ибрагимзаде Д.Д., Цокало Н.С. Оползни северо-западного побережья Черного моря, их изучение и прогноз. Киев: Наук. думка, 1993. 225 с.
8. Климчук А.Б., Пронин К.К., Тимохина Е.И. Спелеогенез в понтических известняках Одессы. *Спелеология и карстология*. 2010. № 5. С. 76—93.
9. Ломакин И.Э., Анохин В.М., Кочелаб В.В., Покалюк В.В., Шафранская Н.В., Шураев И.Н. Тектонолинеаменты и некоторые проблемы глобальной тектоники. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2016. № 3. С. 59—75
10. Ломакин И.Э., Покалюк В.В., Кочелаб В.В. Неотектоническая активность и оползневые процессы в береговой зоне северо—западного Причерноморья. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2016. № 3. С. 95—99.
11. Ломакин И.Э., Покалюк В.В., Кочелаб В.В., Шураев И.Н. Азово-Адриатический мегалинеамент — трансрегиональная зона сопряженных глубинных разломов юга Европы. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2018. № 2. С. 30—48.
12. Ломакин И.Э., Покалюк В.В., Кочелаб В.В., Шураев И.Н., Шпырко С.Г. Тектонолинеаментные зоны восток-северо-восточного простирания и некоторые вопросы тектоники Средиземноморья. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2017. № 2. С. 68—76.
13. Лужецкий А.Н., Ерыш И.Ф., Коджаспиров А.А., Науменко П.Н. Оползни Черноморского побережья Украины. Ред. А. Н. Лужецкий. Момква: Недра, 1977. 103 с.
14. Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б. и др. Тектоника Черноморской впадины. *Геотектоника*. 1985. № 6. С. 3—20.
15. Чебаненко И.И., Довгаль Ю.И., Знаменская Т.А. и др. Тектоника Северного Причерноморья. Отв. ред. И.И. Чебаненко, Киев: Наук. думка, 1988. 164 с.
16. Черкез Є.А., Чуйко О.Е., Орлов В.Ф. Кінематичні особливості геодформаційних процесів території порту Южний. *Вісн. Одес. нац. ун-ту. Географ. та геол. науки*. 2006. 11, вип. 3. С. 246—256.
17. Шаталин С.Н. Региональные факторы формирования оползней Северного Причерноморья. *Вісн. Одес. нац. ун-ту*. 2013. 18, вип. 1 (17). С. 195—204.

Стаття надійшла 29.10.2022

I.E. Lomakin, Dr. Sci. (Geol.), Head of Dept.

e-mail: igorlomakin@gmail.com

ORCID 0000-0003-2745-2579

Ye.A. Sarvirov, Junior Researcher

e-mail: easarvirov@gmail.com

ORCID 0000-0001-5429-5834

V.V. Kochelab, Senior Researcher

e-mail: vkdkochelab@gmail.com

ORCID 0000-0002-4888-9297

MorGeoEcoCenter of the NAS of Ukraine

55b st. Oles' Honchar, Kyiv, 01054, Ukraine

TECTONIC FACTORS OF LANDSLIDE FORMATION IN THE NORTH-WESTERN BLACK SEA COASTAL ZONE

Landslides in the North-Western Black Sea coastal zone (NWBCSZ) are a very common natural phenomenon. The analysis of large volumes of original field and compilative geological material shows the determining influence of tectonic factors on the formation of geoecological characteristics of the southern regions of the NWBCSZ. In 2014–2022, a study of the materials of aerospace observations — SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) radar topography was performed with statistical data processing in a GIS environment in combination with the results of ground route studies. Descriptions and photos of landslides are given, as well as information on determining the patterns of the spatial location of active landslide zones, the causes and factors of their occurrence, the nature of development and the consequences of landslide activity. On the basis of the tectonolineament analysis, experience was gained in determining the differences in the dynamics of the development of individual active tectonic blocks of the southern part of the NWBCSZ and the scale of their possible perspective influence on the formation of the general modern geological and ecological situation. The result of such work was the materials for the development of recommendations for taking into account the natural geodynamic characteristics of the specific areas under investigation, for the solution of urgent economic issues of planning rational and safe nature management.

Keywords: *landslides, tectonic factors, SRTM-relief, North-Western Black Sea coastal zone.*