

Фізико-географічний аналіз сучасного освоєння пересипів чорноморських лиманів, Україна

Юрій Д. Шуйський , Галина В. Вихованець , Олександр Б. Муркалов,
Лілія В. Гишко 

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна

Реферат

В поданій статті представлено результати багаторічних інструментальних досліджень піщаного пересипу лиману Бурнас в північній частині узбережжя Чорного моря. Вона присвячена аналізу інструментальних даних, отриманих протягом дослідження піщаного пересипу лиману Бурнас в межах класичного лиманного типу узбережжя Чорного моря. Особлива увага приділена впливу антропогенного фактору на морфологію та динаміку пересипу. Ще в 70-х роках ХХ століття довжина пересипу становила 9 км, ширина до 150 м, висота до 3,5 м. В його складі виділяються природні підсистеми морського пляжу, берегових дюн і лиманна тераса, які щільно взаємодіють між собою. В процесі цієї взаємодії утворилася унікальна прибережно-морська система, яка є неповторною і не зустрічається в Україні ніде, окрім лиманного узбережжя. В її складі рельєф є рухливим, підстелююча поверхня є сипучою неконсолідованою, ґрунтовий покрив майже не зустрічається, своєрідним є рослинний і тваринний світ. Не менше 1 разу протягом 2-3 років система відчуває швидкий занепад і повільне відновлення під впливом гідрогенного фактору, переважно великих штормових хвиль. Вона принципово відрізняється від усіх наземних ландшафтів і підтримується особливим механізмом наносообміну. Протягом 3-4 десятиліть тому почалося некваліфіковане, необґрунтоване, шкідливе втручання антропогенного фактору в названу систему лиманних піщаних пересипів на Чорноморському узбережжі. Наші багаторічні візуальні та інструментальні роботи показали поступовий, повільний занепад всіх лиманних пересипів на узбережжі Чорного моря. Перша причина — це перехоплення наносів із меж вздовжберегового потоку наносів природними та штучними осередками акумуляції, друга причина — блокування джерел постачання наносів у берегову зону, третя причина — безпосереднє вилучення та вивоз піщаних наносів з пересипів та пляжів. Антропогенна перебудова пересипів, аналогічно тій, що на Бурнасі, приводить до занепаду унікальної природної системи. Критерій занепаду ми визначаємо по окремим ознакам. До них відносяться: а) порушення рельєфу - коли рельєф не може відбудовуватися самостійно; б) не може відновитися кількість та склад наносів; в) кількість, біомаса та видовий склад рослин та тварин не відновлюється; г) майже повністю перестав діяти процес ґрунтоутворення; д) змінюється режим та склад підземних вод; е) корінним чином змінюється наносообмін на поверхні пересипу; є) типовим явищем стає регулярний прорив пересипів штормами. В найближчі 10-15 років Україна може повністю втратити унікальну природну систему, зазнати фундаментальних втрат різноманіття природи, порушити міжнародну Флорентійську угоду збереження природних систем 1995 р.

Ключові слова

Чорне море, лиманний тип узбережжя, пересипи лиманів, природні системи

Надійшла до редакції: 26 квітня 2021 / Прийнята: 19 листопада 2021 / Опублікована онлайн: 30 грудня 2021

Physical-geographical analysis of the modern assimilation of sandy barriers of the Black Sea limanic coasts, Ukraine

Yuriy D. Shuisky, Galina V. Vykhoivanetz, Aleksandr B. Murkalov, Liliya V. Gyzhko

Odesa I.I. Mechnikov National University, 2, Dvoryanskaya St., Odessa, 65082, Ukraine

Abstract

This article presents the findings of many years of instrumental studies of the Burnas Estuary's sandbar in the northern part of the Black Sea coast. It offers an analysis of instrumental data gathered by studying the sandbar at the Burnas Estuary within the limits of traditional estuary type of the Black Sea coast. Special attention was devoted to the impact from the anthropogenic factor on the sandbar's morphology and dynamic. Back in the late 20th century, this sandbar was 9 km long, up to 150 m wide, and up to 3.5 m tall. It consists of natural subsystems of seashore beach, coastal dunes and limanic terrace, which closely interact with each other. A unique coastal genetic system was formed as a result of this interaction, which cannot be found anywhere else in Ukraine besides the classic limanic coast. The relief it contains is moving, the underlying surface is unconsolidated and loose, the soil layer is almost nonexistent, and its flora and fauna are of a peculiar kind. At least once every 2–3 years the system experiences quick degradation and slow recovery under impact from the hydrogenic factor. It is distinctively different from all terrestrial landscapes, maintained by a special mechanism of lithodynamical exchange by shore sediment. An unprofessional, unjustifiable and harmful interference of the anthropogenic factor with this system of limanic sandbars on the Black Sea coast began some 2–3 decades ago. Many years of visual and instrumental research revealed gradual, slow degradation of all limanic sandbars on the Black Sea coast. One of the basic reasons is interception of sediment from the along-the-coast flow of sediment by natural and artificial centers of accumulation; the another reason is blocking of sedimentary sources in the coastal area, and still another reasons is direct removal of sandy material from sandbars and shore-beaches. Anthropogenic restructuring of sandbars, like the one researched at the Burnas Liman, leads to degradation of a the unique natural coastal system. The criterions of degradation is determined based on particular features, which include: a) horizontal and vertical deformation of relief, rendering it impossible for relief to recover by itself; b) the quantity and composition of sediment cannot be restored; c) the quantity, biomass and variety of vegetation and animal species cannot be restored; d) the soil formation process almost grinds to a halt; e) the regime and composition of underground water change; f) lithodynamical mechanism exchange on the surface of sandbar drastically changes; g) regular break of sandbars by storm waves becomes a typical occurrence. In the nearest 10–15 years, Ukraine may completely lose its unique natural system, sustain a fundamental loss of biodiversity, and break the European Landscape Convention in Florence by 1995.

Keywords

Black Sea, limanic type of coasts, sandbar of liman, natural system

Received: 26 April 2021 / Accepted: 19 November 2021 / Published online: 30 December 2021

Corresponding author:

Yuriy D. Shuisky, Department of Physical Geography, Nature Management and GIS-technologies,
Odesa I.I. Mechnikov National University, 2, Dvoryanskaya St., Odessa, 65082, Ukraine
Email: physgeo_onu@ukr.net

© 2021 The Authors. Published by Taras Shevchenko National University of Kyiv. This is an open-access article under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Вступ

Морське узбережжя Чорного та Азовського морів є класичним еталоном лиманного типу узбережжя в загальній географії. Тому важливо серйозно усвідомлювати цінність природної системи як узбережжя в цілому, так і його окремих частин. Це потрібно для того, щоби оптимізувати природокористування та використання природних ресурсів, зберегти велику цінність узбережжя лиманного типу. Пересипи лиманів відокремлюють від моря озера ерозійного походження в гирлових частинах річок, є гирловими, бувають суцільними, розірваними тимчасово та безперервно

Природна історія формування лиманів призвела до того, що в їх склад увійшли бари, коси, пересипи, що складені добре відсортованими пісками, місцями — з домішками гравію та чурупки. Причому, на початку голоцену і останніми десятиріччями берегова зона лиманного узбережжя зазнавала дефіцит наносів. Тому розміри акумулятивних форм в загальному випадку є невисокими і в більшості неширокими, насадженими на поверхню корінних глинистих та скельних порід, відносно молодих, які легко руйнуються.

На поверхні піщаних акумулятивних форм склалися унікальні природні системи різного рівня організації, із специфічною ієрархією. Вони формуються з участю водного морського фактору, на них впливають води лиманів, вони надзвичайно рухомі з відповідним режимом підземних, з невідторним механізмом ґрунтоутворення тощо (Vukhovanetz, 2003). Окрім берегової зони морів вони більше ніде не зустрічаються. Тому в інших країнах вони охороняються, із особливо суворою мірою заповідання. Такий підхід застосовується також і в Україні, але в меншості випадків. Навіть, є спроби знищити унікальні природні системи на пересипах лиманів Будацький, Бурнас, Дністровський, Тілігульський та ін. (рис. 1). Мало того, існує

вандалоподібний проект “Дунайя” для знищення морської частини пересипу озера Сасик. Почалася тотальна забудова пересипу лиману Бурнас. Активно забудовується північно-східна частина пересипу Будацького лиману. При цьому повністю знищується поверхневий продуктивний шар для рослин та тварин, а відтак — починається руйнування унікальної природної системи на узбережжі. Зародилася реальна загроза того, що Україна втратить цей неповторний природний комплекс, разом з рельєфом, наносами, рослинністю, тваринами, процесами формування водних розчинів і ґрунтоутворення.

Отже, тема статті є актуальною. Протягом останніх 2–3 десятиріч, саме коли виявилися шкідливими втручання людини в прибережно-морські природні системи, з’явилися нові матеріали доліджень. Тому можна сказати, що мета цієї роботи — виконати аналіз отриманих матеріалів багаторічних досліджень морфології та динаміки берегових полігонів на піщаних пересипах т.з. “Тузовських лиманів” та оцінити зятяті намагання їх забудувати. Для досягнення мети треба вирішити такі взаємопов’язані задачі: а) виконати критичний розгляд попередніх публікацій; б) визначити провідні умови та фактори, під впливом яких утворюються та існують піщані пересипи; в) викласти механізми гідрогенної перебудови пересипів; г) поточного часу сучасні риси морфології та динаміки пересипів на дослідницьких полігонах; д) відповіді на питання, що заважає виконанню проекту “Дунайя”.

2. Матеріали та методи досліджень

Перш за все звертаємо увагу: інструментальні дослідження морфології та динаміки лиманних пересипів в межах дії Північно-західного вздовжберегового потоку наносів виконуються протягом десятків років. При

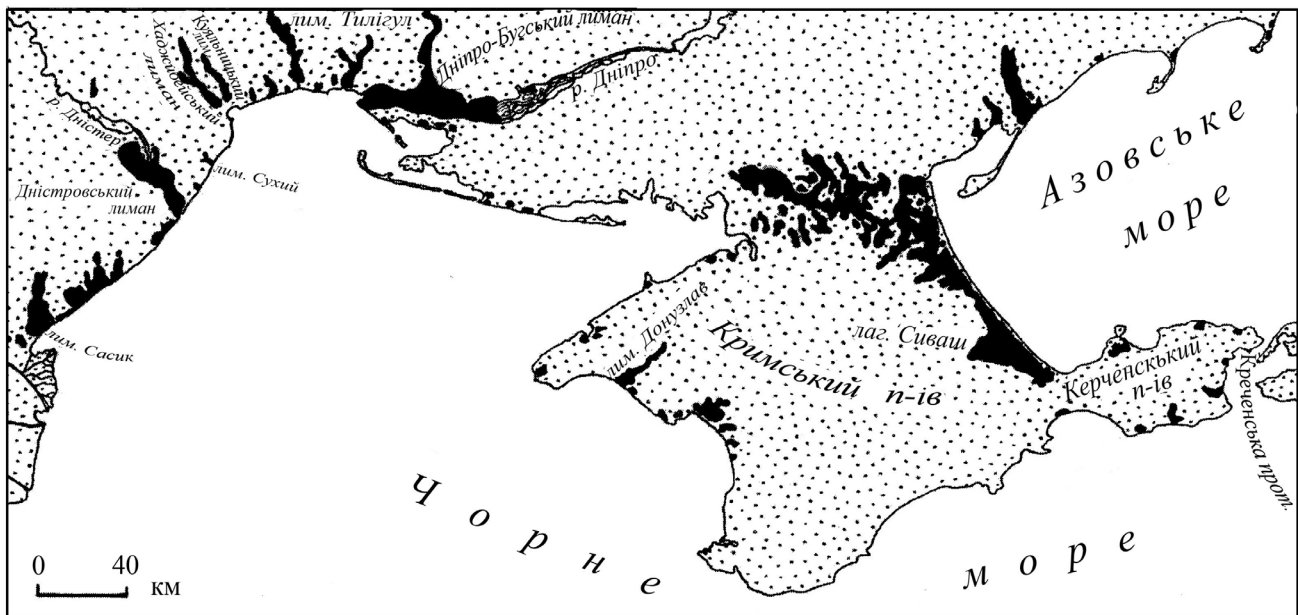


Рис. 1. Розташування лиманів та лагун на північному узбережжі Чорного та Азовського морів (позначені чорним кольором). Схема побудована Ю. Д. Шуйським.

цьому застосовуються всі основні польові маршрутні та стаціонарні, лабораторно-експериментальні методи, а також і теоретичні (Shuisky et al., 2015). Отже, дослідження є послідовними, розрахованими на майбутнє, – наші нові роботи урахують результати і висновки попередників. Використовувався системний підхід та принцип єдності часу та простору в умовах берегової зони моря.

Особливе місце мають картографічні дослідження, поряд із топографічними картами в масштабах 1:10 000 і 1:25 000 застосовувалися космічні зйомки системи Google Maps. Масштабним пристроєм підраховувалися значення ширини пересипів та їх частин, а також дистанції до берегових ліній від примітних точок. Суттєве значення приділялося фото-документації. Для отриманих польових матеріалів застосовувався фізико-географічний аналіз узбережної місцевості.

3. Аналіз попередніх публікацій

Досить повний розгляд результатів публікацій за даними дослідження морфології та динаміки лиманного узбережжя Чорного моря, в тому числі і в межах Тузлівської групи лиманів та їх пересипів, вперше знаходимо в монографії В.П. Зенковича (Zenkovich, 1958). Цей автор назвав загальну довготермінову закономірність еволюції піщаних пересипів: за даними

М.А. Клера, пересипи рухаються з боку моря в бік суходолу і так навалюються на лиманні відклади. Після цього наукові роботи виявляли основний інтерес до гідрологічних, гідробіологічних та гідрохімічних об'єктів та явищ. Першу планову структуру на поверхні пересипів та механізми їх взаємодії визначили Ю.Д. Шуйський та Г.І. Іванов (Shuisky, Ivanov, 1968). Вони встановили, що разом із фронтальною береговою лінією в бік суходолу пересувається тилова берегова лінія (лиманна), цей процес активно підтримується вітровим режимом. Протягом 80-х років ХХ століття натурні експерименти показали, що хвильові та еолові процеси щільно взаємопов'язані як єдиний механізм, і їх розривати не можна, вони утворюють нерозривну прибережно-морську систему (рис. 2). Пізніше такі висновки підтвердилися, а знання про механізми еволюції пересипів суттєво розширилися і уточнювалися (Shuisky, Vykhovanetz, 2011). Особливо важливі результати були отримані щодо внеску еолових процесів як фактору стійкості пересипів і зберігання унікальної неповторної природної системи (Vykhovanetz, 2003; Vykhovanetz, Pankratenkova, 2018). Механізми нанособігу не можна порушувати, бо ці порушення кінець кінцем приводять до руйнації пересипів.

Ще сьогодні в Європі (в т.ч. і в Україні) найбільш досконалою залишається монографія Г.В. Вихованець (Vykhovanetz, 2003) про еоловий морфолітогенез на піщаних берегах морів та океанів. Суттєво, що матеріали

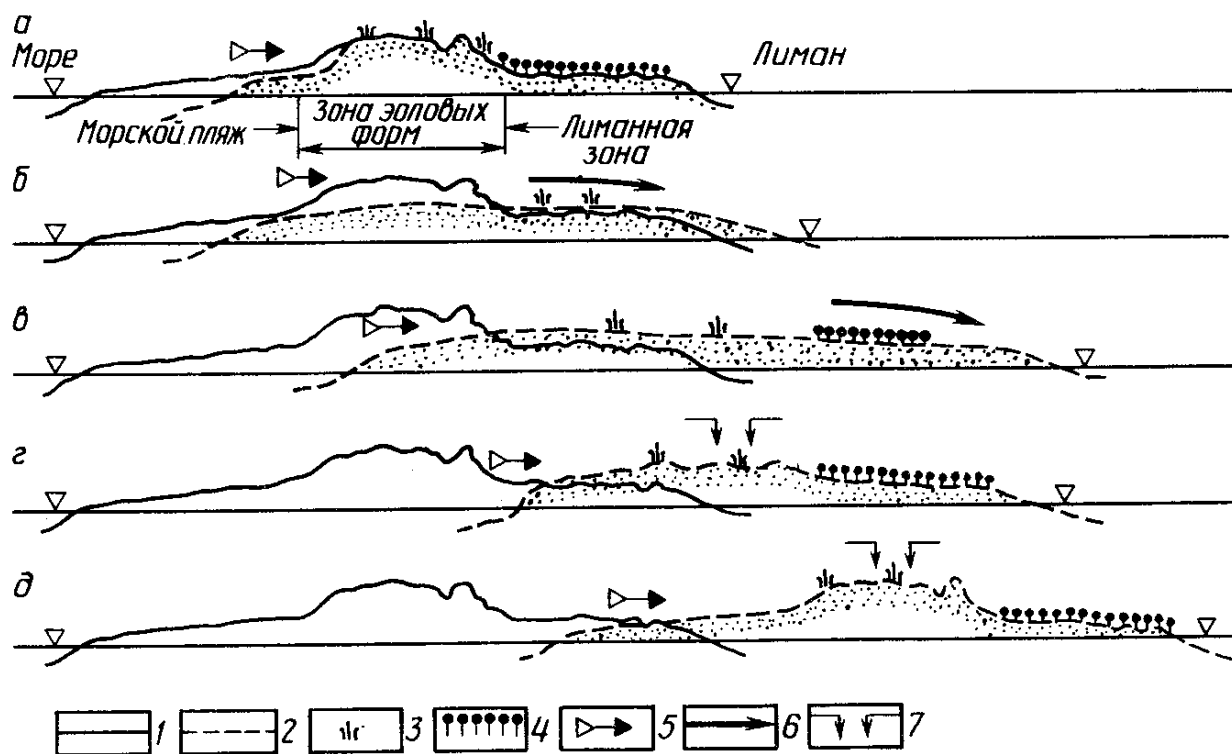


Рис. 2. Графічна модель розвитку дійсного поперечного пересіку на піщаних пересипах лиманів, які були досліджені на узбережжі Чорного моря: а – д – стадії розвитку. Умовні позначення: 1 – крива початкового стану пересіку; 2 – подальші розташування пересіків на стадіях а – д; 3 – розпорошена рослинність із пересічним проективним вкриттям $\leq 30\%$; 4 – густа рослинність із пересічним проективним вкриттям $\geq 90\%$; 5 – напрямок пересування пересіку під впливом морських штормових хвиль; 6 – результативний рух берегових наносів із морського боку на лиманний бік пересипу; 7 – місця накопичення еолових наносів на різних стадіях розвитку пересипів (побудована в роботі Shuisky, Vykhovanetz, 2011).

натурних досліджень дозволили автору скласти динамічну класифікацію берегових дюн на косах, барах і пересипах. Класифікація налічує два провідні напрямки, в залежності від балансу наносів. В кожному напрямку вміщено по 3 динамічні групи, які розвиваються в умовах а) насиченості наносами, б) дефіциту наносів. В них різним є вітровий режим. Кожна група вміщує по три динамічні типи, кожний тип ураховує різний морфолітодинамічний режим: розмив, акумуляцію та динамічну стабільність. Вони формуються в залежності від механізму наносообміну на косах, барах, пересипах, де проявляються зміни із різними знаками руху та швидкостями (рис. 2). В результаті ці форми можуть збільшуватися, зменшуватися, залишатися відносно незмінними та одночасно рухатися в бік моря, в бік лиману (суходолу) чи залишатися відносно стійкими, локалізованими. Зауважимо, що пересип Бурнас відноситься до дефіцитного напрямку, до групи 6, до типу 6а. Це означає, що пересип найменш придатний для антропогенного порушення, зокрема — для забудови і хижацького вивозу піску.

Закордонний досвід дослідження берегових лагун та еолових систем на їх пересипах знаходимо в роботах (Бровко, 1990; Agens, 1994; Bird, 1994) та ін. Частина публікацій присвячується питанням практичного застосування, наприклад (Houston *et al.*, 2001). Значний закордонний досвід представили в Україні автори цієї статті (Vykhovanetz, 2003; Shyisky, 1997), але він не викликав інтересу у офіційних кол Мінприроди України та його обласних підрозділів. До практичного втілення цього досвіду в Україні справа не дійшла, хоча результати натурних наукових експериментів були вражаюче позитивними. Суттєвої уваги приділили (Žilinskas *et al.*, 2001) процесам взаємодії хвильових та еолових процесів на пересипах Балтійського моря, де пересипи є широкими (≥ 1 км) та високими (до 60 м), а не вузькими та низькими, як на узбережжі Чорного моря.

Стан, структура, морфологія та динаміка причорноморських пересипів багато в чому залежить від фізико-географічного впливу навколишнього моря, що загальновідомо і потрібно було урахувати при намірах забудови пересипів. Досить повними є найновіші матеріали та їх узагальнення. Зокрема, в роботах М.А. Берлінського (Berlinskiy, 2012) розглядаються питання впливу прісних дунайських вод на дельтове узмор'я та на увесь Північно-західний гідрографічний район Чорного моря. Більша, основна маса забрудненої річкової води з Дунаю рухається на південь, у бік від досліджених пересипів. В той же час більшість сильних штормів, що регуляють зміни рельєфу на пересипах, дмуть з відкритого моря, від кримської акваторії (П'їн *et al.*, 2012). Закономірності формування довготермінового режиму коливання рівня води в Чорному морі викладені в монографіях О.Р. Андріанової (Andrianova, 2014) і Ю.Д. Шуйського та Г.В. Вихованець (Shuisky, Vykhovanetz, 2011). Ці роботи показують, що гідродинамічні, океанологічні, гідрохімічні, літодинамічні, гідробіологічні складові морської природної системи суттєво впливають на зміни пересипів. Ці умови мають вирішуюче значення

для господарського засвоєння пересипів, зокрема — для рекреаційного.

4. Результати та їх обговорення

Вважаємо за доцільне вказати, що сьогодні існують всі необхідні матеріали досліджень, задля раціонального природокористування на пересипах причорноморських лиманів. Треба тільки їх застосувати в разі необхідності, особливо — при намаганні глибоко втрутитися в природні механізми.

4.1. Аналіз природи оточуючого довкілля дозволяє більш повно визначити провідні умови та фактори, під впливом яких утворюються та існують піщані пересипи.

Накопичений інструментальний матеріал натурних досліджень дозволив розрахувати баланс наносів в береговій зоні на ділянці Північно-західного потоку наносів, отримати величини ширини та висоти, характеристик підводного схилу, структуру вітро-енергетичного поля, режиму вітрових хвиль, динаміку рельєфу та наносів, визначити залежність еолових потоків від нерівностей рельєфу, від рослинного покриву та вологості піщаного шару тощо. Відтак, вдалося розробити модель закономірного наносообміну на поверхні пересипів причорноморських лиманів (Shuisky, Vykhovanetz, 2011), а потім — удосконалити її (Vykhovanetz, Pankratenkova, 2018). Ця модель дозволяє визначити основні потоки вітрів та піщаних посувів уздовж і нахрест на профілі поверхні пересипів, відповідно тому, як на них реагують рослинні покриви, значення вологості, нерівності рельєфу, штормові хвилі тощо (рис. 2). Будь-яке порушення потоків піску руйнує закономірний наносообмін, не дає компенсувати розмиви наносами, веде до деградації еолового рельєфу, посилює вплив штормових хвиль, гальмує акумулятивний процес.

Цей процес підтримується перш за все кількістю наносів, що беруть участь в обміні в береговій зоні моря. Їх основна частина постачається впливом абразії кліфів та бенчів, а річки майже не беруть участі в живленні уздовжберегових потоків наносів. В умовах мінімального впливу антропогенного фактору процеси абразії мали підвищені швидкості, за даними середньої частини ХХ століття (Shuisky, 1985; Shuisky *et al.*, 2015). Але це не давало значної кількості наносів “хвильового поля”, що входили в склад пересипів та берегових пляжів після гідрогенної диференціації первинного осадкового матеріалу. В береговій зоні могло залишитися від 1% до 10% абразійного матеріалу. В цих умовах гострий дефіцит наносів тримався увесь час після голоценової трансресивної стабілізації рівня моря.

Як реакція на великі швидкості абразії берегів, забудовники берегової смуги намагаються зупинити втрати берегової території. Тому останніми роками відбувається масове запобігання цих втрат методами міксированих непорядкованих накидів кам'яного

сміття чи “захисних” мурів різних конструкцій. Та майже завжди вони не відповідають правилам берегозахисту і гармонічному впливу на берег, бо їх устрій та розподіл науково не обґрунтовані, а захисний матеріал найчастіше ніяк не вписується в притаманний для берегової зони моря, серйозно порушується принцип системності. Відтак, берегозахисна “самодіяльність” непрофесіоналів спричиняє більше шкоди, ніж позитивного впливу.

Майже всі пересипи в межах лиманного типу узбережжя експоновані до морських вітрових хвиль, що приходять з відкритого моря. Особливо великого ушкодження завдають хвилі під час вітрів із швидкістю ≥ 10 м/с, які можуть дмути з боку моря протягом кількох діб. Ще більшого негативного впливу завдають хвилі, що розвинуті штормовими вітрами, із швидкістю ≥ 20 м/с, при максимальних швидкостях шквалів до 35–38 м/с. Всі такі вітри з морського сектору горизонту супроводжуються синоптичним вітровим нагоном, найчастіше до 1,1–1,4 м вище ординара. В такому разі біля “захисних” мурів чи рампартів відбувається величезний хвильовий всплеск, висотою до 10 м вище ординара (рис. 3). Для таких хвиль звичайні пересипи не є перешкодою і чимось недосяжним. У подібних ситуаціях пересипи із складним рельєфом, із загальною шириною 150–200 м, з підвищеною поздовжньою еоловою грядкою, із трав’янистими та чагарниковими заростями по закінченню штормів перетворюються в форму розмиву, хоча за походженням є акумулятивними. Розмив спричиняє перетворення пересипу у “пляж повного профілю”, і це неухильне явище (рис. 4). Без нього пересипи не розвиваються. Закономірно змиваються шари 2 і 3, але при цьому маса змитих наносів витрачається переважно на шар 4, і з лиманного боку бачимо численні конуси виносу від різних штормових проривів. Вони добре проглядаються на космічних знімках. З морського боку менша частина наносів (< 50%) рухається штормовим посувом уздовж берегу по верхній частині підводного схилу в напрямку потоку наносів. Ясно, що разом із шаром змиву руйнуються всі будівлі на поверхні пересипів.



Рис. 3. Висота 6–8 м над рівнем моря не є перешкодою на будь-якому пересипу під час сильних штормів, які бувають 2–3 рази на рік в районі між мисом Великий Фонтан та Жебриянською бухтою. Приклад дії штормового заплеску на початку лютого 2021 р. (фото Л. Орган).

Отже, будь-яка забудова піщаних пересипів причорноморських лиманів має ґрунтуватися також і на значеннях шару хвильової переробки (ШХП). Він підтримує стійкість пересипів, регулює процес наносообігу (рис. 2), зберігає біологічне різноманіття та режим водяних розчинів в шарі піску.

Штормовий розмив профілю і відступ зовнішньої берегової лінії супроводжується первинним нарощуванням лиманного берегу. Ще в стадії пляжу повного профілю ширина пересипу починає зростати (рис. 2, б і в), режим підземних вод перебудовується. Внутрішні води піщаного шару фактично прісні, вони підтягуються впливом гідростатичного градієнту до самої поверхні, бо товщина шару сухого піску навіть в середині червневого дня становить 5–10 см. Тому починають швидко сходити рослини, перш за все — субгалінні, навіть із невеликою площею вкриття (рис. 2 в). Вони стають ядром накопичення еолових наносів (пісків) і підвищення поверхні пересипів на еолових формах. Зростанню висоти пересипу сприяють відносно невеликі швидкості вітрів, до наступного сильного шторма, коли діють помірні вітри, процеси ковзання та сальтації піщаного зерна. Але такого періоду досить, щоби в умовах лиманного узбережжя Чорного моря висота зростала б на 1–2 м, а буває, що і на 3 м вище поверхні пляжу повного профілю, як показують натурні експерименти (Vykhovanetz, 2003; Vykhovanetz, Pankratenkova, 2018). Звичайно, як правило, пляжово-еоловий профіль піщаних пересипів відновлюється впродовж 1–2 років (рис. 2 д).

Отже, зроблені описи динаміки піщаних пересипів причорноморських лиманів показують, що зміни їх розмірів та складу наносів є типовими явищами, що підтримують динамічну рівновагу. Природна зміна навколишніх фізико-географічних умов впливає на

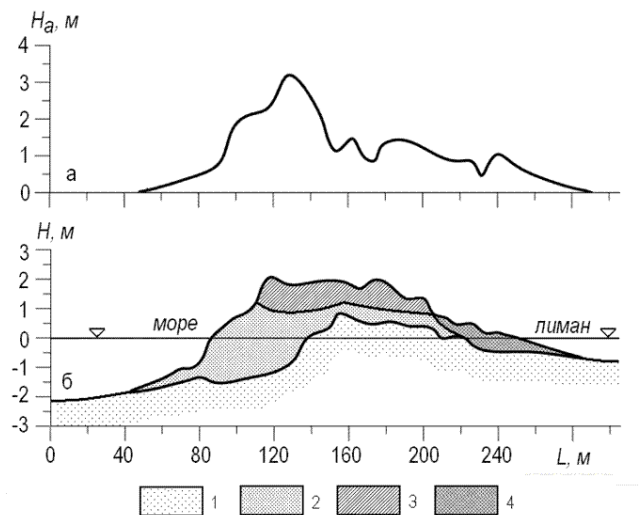


Рис. 4. Структура шару хвильової переробки на пересипу Бурнас за даними багаторазових нівелювань на пересипі із стаціонарним репером: а — графік розподілу товщини ШХП (H_a , м); б — елементи структури ШХП, а саме: 1 — піщано-чурупкові нерухомі, слабо літифіковані відклади; 2 — гідрогенні наноси, що перероблюються сильними хвилями; 3 — змішані рухомі наноси лиманного походження, більша частина їх перекидається з боку моря; 4 — еолові наноси, які перероблені накатним потоком (накреслено О.Б. Муркаловим).

вітровий режим, хвильовий режим, на радіаційний режим, на режим опадів, регулює позитивні, негативні температури, льоловий режим й т.д. Відповідно змінюється баланс наносів в береговій зоні, а відтак — і розміри пересипів, при умові, що не буде перешкод для обміну наносів за схемою рис. 2.

4.2. Сучасні риси морфології та динаміки пересипів та вплив на них антропогенного фактору відомі за даними довготермінових інструментальних спостережень на дослідницьких полігонах (Shuisky *et al.*, 2011, 2015). Один з них розташований на пересипу лиману Бурнас, є типовим, спостерігається з 1962 р., бо Бурнаський береговий полігон забезпечується репером № 936 Державної геодезичної служби. Існує надійне забезпечення щільної прив'язки різних зйомок. Пересип стикається з активним суглинистим кліфом, висотою 8–11 м. Пересічна швидкість абразії клифу становить 2,63 м/рік, активного підводного схилу 0,05 м/рік протягом минулих 60 років. Форма профілю підводного схилу — чітка випукла в інтервалі глибин 0–11 м, найменша крутість профілю — в межах глибин 0–2 м, що свідчить про сильне абразійне урізання. Воно є сприятливим для високих річних величин абразії клифу, мінімум становив 0,67 м/рік, а максимум 7,39 м/рік. При цьому формується підводна абразійна тераса, — частина хвильового врізання. Кліф є динамічно поєднаним із пересипом Бурнас. Тому вся форма рухається в бік лиману і наповзає на шар лиманних мулів, про що доповів геолог М.А. Клер ще в 1912 р. (Zenkovich, 1958).

Більш детальний механізм змін пересипу включає різні швидкості відступу берегової лінії з боку моря і берегової лінії з боку лиману. Коли вони одночасно нарощуються, то ширина пересипу стає більшою за пересічне значення. В протилежній фазі ширина стає меншою за пересічне значення. Важливо, що на широкому пересипу побудова еолової гряди активізується, а на вузькому — занепадає. Під час антропогенного впливу берегові дюни майже завжди відчують сильний занепад. Між цими фазами рельєф на поверхні пересипу найчастіше отримує проміжні значення ширини, висоти і обсягу наносів.

Висока динамічність клифу, а услід — і морської частини пересипу, можлива саме завдяки наведеним даним. Саме виключна рухомість пересипу є запорукою його стійкості, наявності та збереження “ландшафтного” (краще — системного) різноманіття. Найголовніше значення мають розміри притулених пляжів уздовж підсхилку клифу. В 2018 р. на 7 профілях за натурними замірами ширина пляжу становила від 2,65 м до 31,2 м, а пересічно — 10,9 м (ємність наносів $\approx 12 \text{ м}^3/\text{м}$). Суттєво більші розміри зберігають пляжі на пересипу, де їх пересічна ширина дорівнює 14,9 м, а ємність $18,4 \text{ м}^3/\text{м}$, разом із підводною частиною пляжу включно. Як можна бачити, вони не є запорукою природного захисту морського берегу від хвильової деструкції. Такий процес є віддзеркаленням сьогодняшнього тотального гострого дефіциту наносів, що й надалі погострюється нерациональним впливом антропогенного фактору. Відтак, вже давно наукові дослідження, ще на стадії

його відносно слабого впливу, доказали, що забудова причорноморських пересипів є шкідливою (Shuisky, Bertman, 1968; Shuisky, Ivanov, 1968; Vykhovanetz, 2003). Яскравими прикладами є пересипи Будацького, Дністровського, Малого Аджалицького, Грибівського лиманів. На кожному з них руйнівним чином проявляє себе забудова, що створює штучно зіпсований механізм наносообміну: при цьому перш за все морська лінія берегу продовжує відступ, але тилова лиманна берегова лінія не нарощується, а може навіть відступати. Відбувається прогресивне зменшення ширини пересипу, що скорочує дистанцію розгону вітрового потоку над піщаною поверхнею, послабляє процес накопичення берегових еолових форм і висоти пересипу. Відбувається чітко виражений занепад пересипу.

На всі ці явища ми багато разів звертали увагу. Але дарма. В порушення національних та міжнародних угод, продовжується забудова піщаних пересипів причорноморських лиманів. Сьогодні вже заповідні довкілля на узбережжі України стали ареною знищення унікальних природних систем, яких в Україні майже не залишилось. Типовим прикладом стали пересипи лиманів Бурнас та Шагани, а також озера Сасик.

На пересипу Бурнас, в 1,2 км на південний захід від корінного суглинистого клифу будується капітальне поселення рекреаційного призначення, причому, без належного природного обґрунтування. Воно розташувалося поблизу рибальської бригади “Бурнас” із відповідною інфраструктурою та причалу баркасів. Протягом всього ХХ століття відступ пересипу за схемою рис. 2 змушував переносити будівлі бригади все далі на лиманний бік пересипу, поки остаточне виснаження джерел надходження наносів не призвело до сучасного занепаду всієї акумулятивної форми останніми 30–40 роками. Ширина пересипу зменшилася від 150–160 м до 40–45 м, а висота — від 3,5 м до 0,9–1,2 м (переважно до поверхні ґрунтових вод). Майже кожного року пересип тут перебивалася прорвою, а то бувало і двічі-тричі на рік. Сьогодні ситуація погострилася, тому що розміри пересипу зменшилися, і штормовим хвилям легше його перетинати.

Окрім капітальної забудови, порушення літодинамічного наносообміну відбувається й інакше. Так, ґрунтовий шлях по піщаній поверхні від корінного абразійного берега до нових будівель сприяє активному вітровому виносу піску з пересипу в лиман, що погострює загальний дефіцит наносів. Вздовжбереговий огорожувальний мур розташований на вершині пляжу, в сфері дії накатного потоку, веде до зменшення розмірів пляжу, що також перешкоджає закономірному механізму наносообміну (рис. 5). До того ж подібні мури завжди є стійким фактором розмиву пляжів, подальшого зменшення ширини пересипу на піщаній поверхні, суттєвих втрат пляжових наносів. Отже, автори схеми забудови ділянки пересипу завдають значної шкоди пересипу Бурнас.

Ймовірно, що природокористувачі знають про небезпечну деструкцію пересипу. В якості протидії, вони вирішили встановити довгу буну, щоби вона



Рис. 5. Вертикальний дерев'яний мур на пляжі під час навіть невеликого хвилювання на морі сприяє відбійному ефекту накату, що спричиняє розмив пляжу з обох боків від буни. Можна бачити залишки дрібних берегових дюн, які розмиваються. (Фото авторів).

нарощувала пляж і гальмувала скорочення ширини. За аналогією з такими ж бунами на інших піщаних ділянках різних морів, в даному разі позитивні сподівання дуже проблематичні, а ефективність — майже завжди негативна. На рис. 6 можна бачити відсутність заповнення прилеглих кутів з боків буни, що свідчить про те, що в природних умовах ділянки будівництва ця штучна споруда не може наростити берег і зберегти його. Захисні якості тут чекати і не можна, бо мориста віддальниця буни (частина буни, що найдалше висунута в бік моря, термін в укр. мові був відсутнім) сягає найбільшої глибини близько 1,2 м, причому, виходить на другий підводний вал. Нами було доведено (Shuisky, 2008), що під час ординарних штормів майже 80% наносів рухається в інтервалі глибин 2–5 м, а тому буна радикально впливає тільки на пляжові переміщення піщаного матеріалу, але не на весь “розріз” уздовжберегового потоку наносів. Виходить, що буна є “висячою”: пересип сам по собі, а буна — сама по собі. До того, під впливом вітро-хвильового режиму основна кількість енергії надходить від північного сходу. Тому більшість часу в правому куті кам'яної буни діють вітрові нагони, які супроводжуються розвитком придонних протитечій в напрямку відкритого моря. Протитечії захоплюють певну частину донного піску і рухають його навколо віддальниці буни. Одночасно нагонне зростання рівня води активізує розмив дна під дією накатного потоку і веде до вимивання піску з-під самої буни. Такий механізм впливу гідрогенного фактору є характерним в ситуації, яка досліджується.

Отже, непрофесійне природне обґрунтування будови типового піщаного пересипу Бурнас призвело до реального ушкодження цієї прибережно-морської акумулятивної форми. Більшість елементів будови є негативною, що не сприяє раціональному природокористуванню. На найближчі роки є загроза подальшої деструкції пересипу і руйнування зведених будівель. Також потрібно додати, що до цього часу бази відпочинку не мають очищувальних споруд, і побутові води скидаються в лиман, що наносить додаткові ушкодження довкіллю.

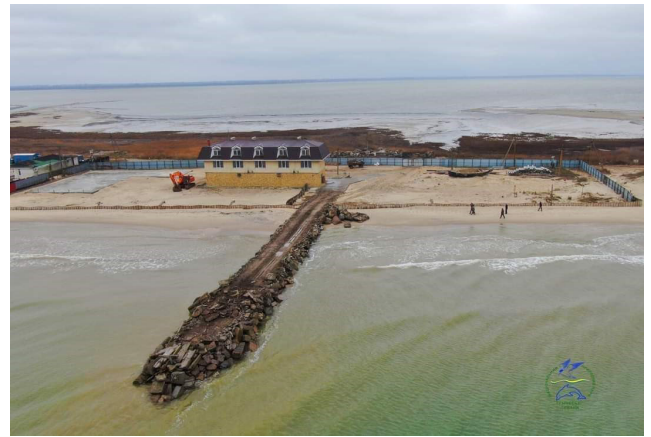


Рис. 6. Розташування ділянки незаконної та некваліфікованої будови пересипу лиману Бурнас, повітряна фото-схема 2020 р. (фото В. Єгоращенка).

Нераціональне природокористування проявилось також в деяких ініціативах приватних організаторів відпочинку. Вони запропонували клієнтам баз відпочинку аттракціон “тонки на квадратицках” по еоловому пасму та по пляжам пересипів лиманів Будацький, Бурнас, Алібей, Шагани, Сасицький. Треба зауважити, що потужний механічний вплив на поверхню пересипу є тотально негативним. Він призводить до знищення поверхневого продуктивного шару (ШХП), разом з унікальною рослинністю та тваринами, до розвіювання хвильового та еолового піску, до порушення режиму гніздування птахів, до порушення балансу наносів дуже крихкої акумулятивної форми, до забруднення поверхні пересипів та прилеглих вод моря і лиману нафтопродуктами тощо. Найбільшу загрозу має руйнування еолового рельєфу, який всіляко підтримує стійкість пересипу в цілому і намагається його зберегти.

Як бачимо, негативний вплив антропогенного фактору на пересипи лиманів (що показано на прикладі пересипу Бурнас) є системним. Якщо його продовжити, то виникне реальна втрата унікальної природної системи прибережно-морського походження, як це сталося на інших піщаних прибережно-морських формах рельєфу на Чорному морі.

4.3. Саме така загроза зависла над піщаним пересипом озера (лимана, за походженням) Сасик, відповідно до розробки проекту “Дунай”. Він передбачає тотальну будову всього пересипу, не враховуючи повноцінне природне обґрунтування. Сасицький пересип має інше розташування, у порівнянні з Бурнасом (рис. 1), а тому відчуває додаткові загрози з боку моря. На відміну від Бурнаса, на Сасику планується суцільна будова на протязі майже 9 км таким чином, що еолове пасмо і “лиманна” частина будуть знищені. До чого це веде, можна бачити на прикладі пересипів Бурнас та Будацький. Важливо мати на увазі, що механізми наносообміну, що склалися останніми десятиріччями, в проекті не розглядалися. Звернемося до найбільше небезпечних загроз на прикладі Сасицького пересипу.

4.3.1. Сасицький пересип наближений до гирлової області Дунаю. Важливо, що води цієї річки

розповсюджуються майже повністю на всю північно-західну акваторію Чорного моря (Andrianova, 2014). Найчастіше вони омивають пересип озера Сасик, а до пересипу Бурнас сягають під час сильних повеней протягом дії південних вітрів. Разом із опрісненням, дунайські води постачають забруднюючі речовини, зокрема, важкі метали, ліпіди, вуглеводороди, радіоактивні речовини тощо (Berlinskiy, 2012). В процесі сучасних змін клімату суттєво активізувалися південні вітри (P'in *et al.*, 2012), які наближають забруднення до пересипу Сасик, але як це відіб'ється на санітарно-епідеміологічних властивостях пісків пересипу — це невідомо, бо до цього часу питання не пророблялося і не оцінювалося. Тому проект “Дунайя” не відповідає на питання про вплив дунайських вод на екологічну якість пересипу Сасик.

4.3.2. Як і все Чорне море, його Північно-західний гідрографічний район є під впливом змін водного балансу морської води, а відтак — зазнає довготермінових коливань рівня моря протягом останніх 200 років. За даними О.Р. Андріанової (Andrianova, 2014), Ю.П. Ільїна та ін. (P'in *et al.*, 2012), з початку ХХ століття інтегральний тренд підвищення рівня моря дорівнював 5,7 мм/рік уздовж південної частини пересипу Сасик. Ця величина складається з кількох складових, серед яких провідним є поповнення моря скидом води з безперервних та преривчастих водотоків, підземних — включно. Свій внесок має нагрівання поверхневого шару морської води, заповнення Чорноморської котловини осадковим матеріалом, ущільнення осадкових відкладів на узбережжі, вплив землетрусів тощо. До того ж величезний стік води з Дунаю спричиняє підпір в урізній смузі, і тим більший, чим сильніший вітер, більший термін його дії на морську окрайку дельти, при умові, що вітер дме безпосередньо в гирло дельтового річища. Явище підпору річкових вод розповсюджується до 25–30 км по гирлах дельтового висуванця. Це одначає, що в сфері впливу небезпечного (до 1 м вище ординара), хоча і короткотермінованого (до 2–3 діб), підвищення рівня води залишається майже 2/3 довжини пересипу Сасик. Як ці явища впливають на забудову піщаного пересипу озера Сасик, ми не знаходимо в проекті “Дунайя”.

4.3.3. Треба обов'язково враховувати місце розташування піщаного пересипу Сасик. Південною частиною він міститься в районі розпорошення Північно-західного вздовжберегового потоку наносів від мису Великий Фонтан до дельти Дунаю (рис. 1). І це на відміну від інших пересипів на південний захід від гирла Дунаю. Тому забудова пересипу і суміжних терас порушить літодинамічний режим цієї ділянки, а перш за все шляхом негативного впливу на механізм рис. 2. Відтак, виникне загроза поступового стійкого розмиву не тільки пляжів, але й пересипу в цілому. А в подальшому прийде черга десрукції Сасикської дамби, а потім — і до розмиву тераси “Волчек” і Жебриянської коси. Нарешті, негативний ланцюг сягне неперевершеного утворення “грінду”, складної коси, із власними індивідуальними рисами первинної природної системи (Zenkovich,

1960; Shuisky, Vykhovanetz, 2011). Зайве говорити, що основні компоненти “грінду” суто специфічні, більше ніде в Україні не зустрічаються. Але це питання не було пророблене авторами проекту “Дунайя”.

4.3.4. Наші багаточисленні зйомки підводного рельєфу показали, що на дистанції від рибальського пункту “Сасик” в бік вершини Жебриянської бухти крутизна кривих підводного схилу поступово уповільнюється (Shuisky, 2008). В умовах дії північно-східних та східних вітрів і морських хвиль такий характер прибережного дна збільшує величини ветро-хвильових нагонів, а відтак — зусилля накатного потоку та швидкості протитечій. А це веде до підсилення фронтального розмиву пересипу і сусідніх акумулятивних терас.

З іншої сторони, в разі довгочасового вітру західних напрямків уздовж морського боку пересипу відбувається згінне зниження рівня води, а на значній площі Жебриянської ділянки утворюються “вітрові присухи”. В їх межах рослини і тварини унікальні, а в Україні зустрічаються дуже мало, тільки в осередках ризиків (Shuisky, 2018). Протягом роботи будівельної техніки спричиниться їх фізичне знищення майже повне. Роботою екскаваторів, бульдозерів, скреперів крайньою мірою в 1-метровому шарі відкладів на присухах гине вся бентосна біота, в тому числі організми, що мають перспективу стати корисними для людини. В проекті “Дунайя” про вітрові присухи немає жодного слова, тому питання про вплив забудов на природу пересипів і сусідніх вітрових присух залишається актуальним.

4.3.5. Треба мати на увазі, що наближення південно-західного кінця Сасицького пересипу зменшується величина дефіциту і зростає кількість наносів у береговій зоні, бо діє надходження пісків від північного сходу. Як відклик на таку ситуацію, зберігаються підвищені розміри пересипу, близько до тих, що були кілька десятиліть тому в природному стані цієї форми (Shuisky, Ivanov, 1968). Влітку 2021 р. ширина пересипу дорівнювала 200–250 м, а висота — до 3,5 м (рис. 7). Максимальна ширина пляжів може бути 50–55 м, а пересічна 36 м (виміри кожні 500 м довжини). Всі ці значення підштовхнули авторів проекту “Дунайя” до можливості активно і необмежено використовувати піщані наноси з метою використання в будівництві. Це ставить під знак питання збереження пляжів в межах Кілійської оздоровчої зони, а особливо — в морській частині селища Приморське. По суті, це знищення значного оздоровчого осередку з великою перспективою. Як і на інших пересипах, на Сасицькому виїде з ладу обмін наносами по всій піщаній площі (див. рис. 2), з вкрай шкідливими наслідками. Якщо особистий склад ініціаторів проекту “Дунайя” був би іншим, більш компетентним, то можна було б запобігти вказаним непрофесійним “вандальським” накресленням.

Багаторічні візуальні та інструментальні роботи показали поступовий, повільний занепад всіх лиманних пересипів на узбережжі Чорного моря. Перша причина сьогодні — це перехоплення наносів із меж вздовжберегового потоку наносів природними та штучними осередками акумуляції, друга причина

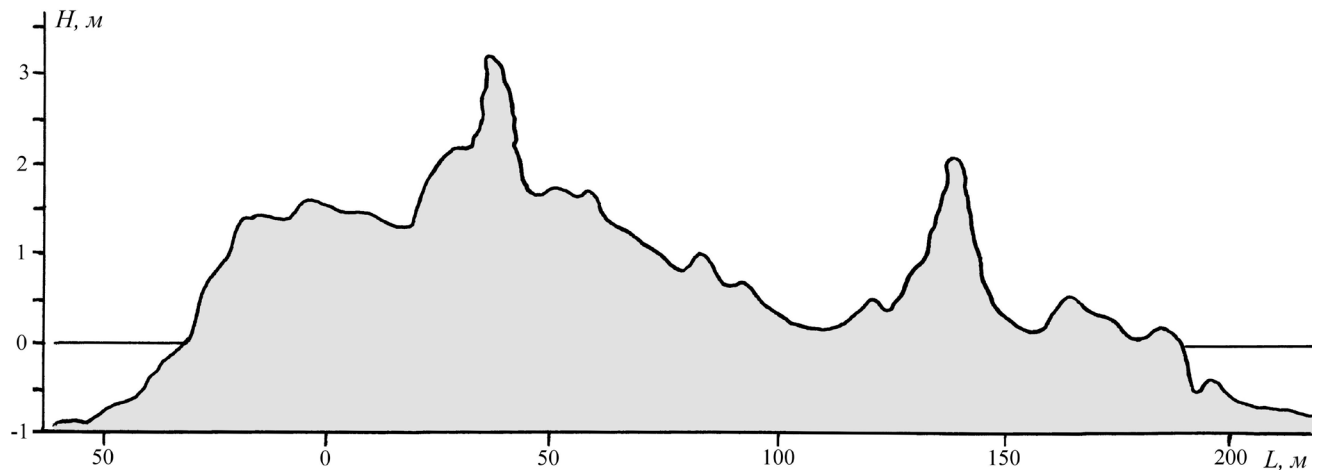


Рис. 7. Типовий пересік (з правого боку лінія рівня моря, з лівого — невеликого озера) на ділянці розпорошення піщаного уздовжберегового потоку наносів на південній частині пересипу Сасик, де немає суттєвих антропогенних втручань в берегову систему Чорного моря. Пересік нівельовано Г. В. Вихованець в липні 2020 року, побудовано Ю. Д. Шуйським для статті.

— блокування джерел постачання наносів у берегову зону, третя причина — безпосередня крадіжка піщаних наносів з пересипів та пляжів. На таких пересипах, як Дністровська, Будацька, Бурнаська, Сасицька та ін. ці крадіжки регулярні, особливо — протягом останніх 20 років. На південній частині пересипу озера Сасик кар'єри по видобуванню піску вдерлися навіть в еолове пасмо: пісок використовується для будівництва баз відпочинку в селищі Приморське (Жебрияни) та на території Кілійської оздоровчої зони. Можна уявити, що буде коїться під час забудови пересипу в умовах поступового виснаження джерел живлення наносами на всій довжині від мису Великий Фонтан до Жебриянської бухти, які будуть нести втрати наносів від впливу вертикальних мурів та, особливо, — від порушення внутрішнього наносообміну на поверхні пересипу. Відтак, відсутність цього питання в природному обґрунтуванні проекту “Дунайя” свідчить про серйозні, кардинальні помилки проектувальників, їх менеджерів і консультантів.

5. Висновки

Нами розроблена графічна модель літодинамічних процесів на поверхні піщаних пересипів у межах лиманного типу узбережжя. Вона відображає механізм збереження унікальної природної системи на підставі дослідження більше десяти природних компонентів та їхньої взаємодії в межах пересипів. Будь-яке порушення цієї системи призводить до руйнування дуже рідкісної природної системи піщаного пересипу в береговій зоні моря.

Антропогенна перебудова пересипів, аналогічно тій, що виникла на Бурнасі, призводить до їх занепаду, бо зруйнованим опинився літодинамічний механізм, що на графічній моделі. Критерії занепаду ми визначаємо за окремими ознаками. До них відносяться порушення рельєфу: а) коли рельєф не може самовідбудовуватися, б) не може відновитися кількість та склад наносів, в) кількість, біомаса та видовий склад рослин та


тварин не відновлюється, г) майже повністю перестав діяти процес ґрунтоутворення, д) змінюється режим та склад підземних вод, е) корінним чином змінюється наносообмін на поверхні пересипу, е) типовим явищем стає регулярний прорив пересипів штормами і подальший розмив, ж) поступово зникає середовище мешкання рідкісних рослин і тварин.


Застосовані проектувальниками берегозахисні мури та буни не можна назвати ефективними. Вони не сприяють захисту пересипу від впливу різних прибережно-морських чинників, бо не вписуються в природну систему піщаного пересипу, особливо під час дії екстремально сильних хвиль. Відповідно, вони не сприяють еоловій акумуляції наносів та їх закономірному розподілу.

Сьогодні не відбуваються заходи для збереження природних систем піщаних акумулятивних форм прибережно-морського рельєфу на морському узбережжі лиманного типу в межах України. Виключення становлять узбережжя в межах заповідників та національних парків. Все частіше спостерігаються намагання з боку природокористувачів здійснювати незаконну та некваліфіковану забудову піщаних акумулятивних форм берегового рельєфу. Така ситуація закладає негативні наслідки на майбутнє, бо чим більше часу минає, тим більші втрат спостерігаємо услід за порушеннями природоохоронного законодавства.

ORCID ID

Yuriy Shuisky  <https://orcid.org/0000-0001-5306-0233>

Galina Vykhovanetz  <https://orcid.org/0000-0003-0373-1362>

Liliya Gyzhko  <https://orcid.org/0000-0002-3710-8942>

Список посилань

Andrianova, O.R. (2014). *Mnogoletniye kolebaniya urovnia Mirovogo okeana*. Odessa: Izd. Astroprint (in Russian). [Андрианова, О.Р.

- (2014). *Многолетние колебания уровня Мирового океана*. Одесса: Астропринт].
- Berlinskiy, N.A. (2012). *Dinamika tekhnogennoy vozdeystviya na prirodniye komplekсы ustiey oblasti Dunaya*. Odessa: Izd. Astroprint (in Russian). [Берлинский, Н.А. (2012). *Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дуная*. Одесса: Астропринт].
- Vykhovanetz, G.V. (2003). *Eoloviy process na morskoy beregu*. Odessa: Izd. Astroprint (in Russian). [Выхованец, Г.В. (2003). *Эоловый процесс на морском берегу*. Одесса: Астропринт].
- Vykhovanetz, G.V., Pankratenkova, D.O. (2018). Vliyaniye antropogennogo faktora na sovremennoye sostoyaniye accumulativnykh form reliefa in Severo-Zapadnoy chasty Chernogo morya. *Bulletin of I.I. Mechnikov National University. Geography & Geology*, 23(1), 11–32 (in Ukrainian). [Выхованец, Г.В., Панкратенкова, Д.О. (2018). Влияние антропогенного фактора на современное состояние аккумулятивных форм рельефа Северо-западной части Черного моря. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*, 23(1), 11–32].
- Zenkovich, V.P. (1960). *Morphologiya i dinamika sovetikh beregov Chernogo moria*. Moskva: Izd. Akademii Nauk SSSR (in Russian). [Зенкович, В.П. (1960). *Морфология и динамика советских берегов Черного моря*. Москва: издательство Академии наук СССР].
- I'in, Yu.P., Repetin, L.N., Belokopytov, V.N., Goryachkin, Yu.N., Dyakov, N.N., Kubryakov, A.A., Stanichnyi, S.V. (2012). *Gidrometeorologicheskiye usloviya morei Ukrainy, Tom 2, Chernoye more*. Sevastopol: Izd. EKOSEA (in Russian). [Ильин, Ю.П., Репетин, Л.Н., Белокопытов, В.Н., Горячкин, Ю.Н., Дьяков, Н.Н., Кубряков, А.А., Станичный, С.В. (2012). *Гидрометеорологические условия морей Украины: Том 2, Черное море*. Севастополь: ЭКОСИ].
- Shuisky, Yu.D. (1985). Istochniki osadochnogo materiala v beregovoy zone zapadnoy chasty Chernogo morya. *Geology Journal*, 45(4), 127–138 (in Russian). [Шуйский, Ю.Д. (1985). Источники осадочного материала в береговой зоне западной части Черного моря. *Геологический журнал*, 45 (4), 127–138].
- Shuisky, Yu.D. (1997). Eksperimentalnoye sozdaniye iskusstvennoy duny na peschanom beregu Chernogo morya. *Geografiya i prirodnye resursy*, 1, 169–174 (in Russian). [Шуйский, Ю.Д. (1997). Экспериментальное создание искусственной дюны на песчаном берегу Черного моря. *География и природные ресурсы*, 1, 169–174].
- Shuisky, Yu.D. (2008). Raspredeleniye nanosov na poperechnykh profilyakh podvodnogo sklona Chernogo morya. *Prychernomorskiy Ekologichniy bulletein*, 1(27), 156–169 (in Russian). [Шуйский, Ю.Д. (2008). Распределение наносов на поперечных профилях подводного склона Черного моря. *Причерноморский Экологичний бюлетень*, 1 (27), 156–169].
- Shuisky, Yu.D., Bertman, D.Ya. (1968). Dinamika poberezhya Chernogo morya mezhdru Odesskim zalivom i deltoy Dunaya. *Izvestiya AN SSSR. Geographicheskaya Ser.*, 3, 60–67 (in Russian) [Шуйский, Ю.Д., Бертман, Д.Я. (1968). Динамика побережья Черного моря между Одесским заливом и дельтой Дуная. *Известия АН СССР. Сер. геогр.*, 3, 60–67].
- Shuisky, Yu.D., Vykhovanetz, G.V. (2011). *The nature of limans within the Black Sea coast*. Odessa: Izd. Astroprint (in Russian). [Шуйский, Ю.Д., Выхованец, Г.В. (2011). *Природа Причерноморских лиманов*. Одесса: Астропринт].
- Shuisky, Yu.D., Vykhovanetz, G.V., Murkalov, A.B., Gyzhko, L.V. (2015). *Practicum of Coastal Sciences*. 2nd edition. Odessa: Izd. Bakhva (in Russian). [Шуйский, Ю.Д., Выхованец, Г.В., Муркалов, А.Б., Гыжко, Л.В. (2015). *Практикум по береговедению* (2-е изд.). Одесса: Бахва].
- Shuisky, Yu.D., Ivanov, G.I. (1968). On movement of the north-western part shoreline of the Black Sea. *Coast and sea bottom geology of the Black and Azov Seas by within Ukrainian Soviet Republic*, 2, 119–128 (in Russian). [Шуйский, Ю.Д., Иванов, Г.И. (1968). О смещении береговой линии в Северо-западной части Черного моря. *Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР*, 2, 119–128].
- Arens, S.M. (1994). *Aeolian Processes in the Dutch Foreduines*. Amsterdam: ASU Press.
- Bird, E.C.F. (1994) Physical Setting and Geomorphology of Coastal Lagoons. In B. Kjerfve (Ed.), *Coastal Lagoon Processes* (pp. 9–39). Amsterdam: Elsevier Science Publ.
- Houston, J.A., Edmondson, S.E. & Rooney, P.J. (Eds.). (2001). *Coastal Dune Management: Shared Experience of European Conversation Practice*. Liverpool: LSU Press.
- Žilinskas, G., Jarmalavičius, D. & Minkevičius, V. (2001). *Eoliniai Procesai Juros Krante*. Vilnius: Lietuva Geogr. Inst. Press.