

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЇ, ГЕОГРАФІЇ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ**

**ВПЛИВ БЕРЕГОЗАХИСНИХ СПОРУД НА ПРИРОДНІ
ОСОБЛИВОСТІ БЕРЕГОВОЇ ЗОНИ
(НА ПРИКЛАДІ СМТ ЗАЛІЗНИЙ ПОРТ)**

**Кваліфікаційна робота (проєкт)
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»**

Виконав: студент 2 курсу, 213-м групи
Спеціальності 103 Науки про Землю
Освітньо-наукової програми Науки про Землю
Гупало Олександр Борисович
Керівник к.геогр.н.,доцент Котовський І.М.
Рецензент к.геогр.н.,доцент Богадьорова Л.М.

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Загальні відомості про берегозахисні споруди та їх експлуатацію

- 1.1 Історія запровадження будівництва берегозахисних споруд у світі
- 1.2 Види берегозахисних споруд та їх класифікація
- 1.3 Методи дослідження якості функціонування берегозахисних споруд
- 1.4 Тенденції в берегозахисті ХХ сторіччя

РОЗДІЛ 2. Загальна характеристика берегової зони Тендра-Джарилгач

- 2.1 Загальна характеристика природної системи берегової зони Тендра-Джарилгач
- 2.2 Умови геологічного середовища
- 2.3 Умови метеорологічного середовища
- 2.4 Умови гідрологічного середовища

РОЗДІЛ 3. Аналіз історії проведення робіт по відновленню берегової зони Тендра-Джарилгач та заходи по її збереженню.

- 3.1 Історія та причини створення берегозахисного комплексу в СМТ Залізний порт. Особливості експлуатації конструкцій бунного типу.
- 3.2 Формування штучних пляжів у береговій зоні Тендра-Джарилгач
- 3.3 Способи штучного відновлення пляжів на берегах з піщаними наносами

РОЗДІЛ 4. Сучасні реалії берегозахисту

- 4.1 Сучасні методи і технології берегозахисту
- 4.2 Сучасний стан бун у СМТ Залізний Порт
- 4.3 Можливі заходи та шляхи покращення берегозахисних споруд в СМТ Залізний Порт

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

РЕЗЮМЕ

ДОДАТКИ

Додаток А

Додаток Б

Додаток В

Додаток Г

Додаток Г

Додаток Д

Додаток Е

Додаток Є

Додаток Д

Додаток З

ВСТУП

Актуальність теми «Вплив берегозахисного комплексу СМТ Залізний Порт на стан берегової системи Тендра-Джарилгач» є доцільною та необхідною, враховуючи важливість захисту приморських територій від водної ерозії на півдні України, в тому числі, й Херсонської області. Важливим фактором також є те, що населені пункти, що розташовані на території між Тендрівською та Джарилгацькою косами є популярними рекреаційними зонами серед туристів не лише з усієї України, а й з країн-сусідів. Найбільший вклад у формування берегової зони Тендра-Джарилгач вносить доволі рідкісна течія що вклинюється у центральну частину і розходить на два вздовжберегових потоки наносів. При сучасній тенденції зміни кліматичних умов необхідним є більш детальне дослідження цієї течії та того впливу що вона вказує на прибережні території. Таке дослідження дозволить прогнозувати можливі зміни у цьому потоці а також ті зміни які відбудуться з територією в наслідок цих змін. Також, враховуючи обмежений строк ефективного функціонування берегозахисних споруд бунного типу, дослідження дозволить знайти найбільш гідну альтернативу нині існуючій системі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами: тема наукової роботи пов'язана з ініціативною науково-дослідною темою кафедри екології і географії «Морфологія і динаміка берегової зони Азово-Чорноморського басейну України» з державним реєстраційним номером - № 0118U004402.

Мета дослідження: дослідити вплив берегозахисних систем берегозахисного комплексу на стан берегової системи між косами Тендра та Джарилгач.

Завдання дослідження:

1. Ознайомитись, на підставі аналізу літературних джерел, з базовими поняттями, визначеннями, термінами пов'язаними з берегозахисними спорудами та комплексами таких споруд;
2. Проаналізувати зв'язок між геоморфологічними та гідрометеорологічними характеристиками району дослідження;
3. Дослідити вплив берегозахисних споруд на стан берегової зони;
4. Встановити, ефективність наявних берегозахисних споруд в запобіганні негативним наслідкам які можуть бути спричинені їх несправністю.

Об'єкт дослідження: берегова зона Чорного в межах берегової зони Тендра-Джарилгач.

Предмет дослідження: вплив берегозахисного комплексу СМТ Залізний Порт на стан берегової системи Тендра-Джарилгач.

Методи дослідження: спостереження, порівняння, аналіз, синтез, узагальнення, аналіз наукової літератури та електронних джерел, робота з топографічними й географічними картами, робота з програмними продуктами, що мають ГИС та GNSS.

Наукова новизна одержаних результатів: під час дослідження теми були сформовані принципи покращення берегозахисного комплексу СМТ Залізний Порт при його подальшій реставрації, модернізації або повної заміни.

Практичне значення одержаних результатів наукової роботи спостерігається у визначенні можливих негативних наслідків в межах досліджуваного регіону та використання досвіду інших країн у їх подоланні.

Апробація дослідження: матеріали дослідження використовувались під час практичних занять з дисципліни «Берегознавство та управління прибережними комплексами».

Публікація роботи: за матеріалами дослідження опублікована статті

Матеріал дослідження присвячений, в першу чергу, темі роботи й займає обсяг сторінки тексту, сторінок списку використаних джерел (джерела) і аркушів додатків.

Логіка дослідження зумовила таку структуру магістерської роботи: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел, додатки.

Розділ 1. Загальні відомості про берегозахисні споруди та їх експлуатацію

1.1 Історія запровадження будівництва берегозахисних споруд у світі

Будівництво берегозахисних споруд відбувалось ще у найдавніші часи існування людей. Насправді перші спроби, , були зроблені ще тоді як перші люди осіли біля узбережжя. Океанічний домен, що межує з узбережжям, століттями розглядали як територію, яку потрібно відновлювати, дамбувати, осушувати та перетворювати на сільськогосподарські землі або пасовища. Рекультивація бере свій початок з 13–14 століття, хоча протистояння почалось ще у 1287 році, під час Зейдерзе (коли тонка смуга суходолу була поглинута моремкотре підступило аж до Амстердаму і дало йому можливість для розвитку як приморського торговельного міста) і продовжується і зараз навіть після 1932 року коли глибокий морський відступ затоку Зейдерзе був завалений і став озером Ейселмер. [51]

Голландці, тоді широко відомі як голландці, зеландерці, брабантери і фрізіанці були якщо не першими то, безумовно, одними з перших у Північній Європі людьми, що захистили свої території земляними курганами, і це ще тисячі років тому. Вже тоді рівень моря піднімався., а дванадцять сотень людей займались меліорацією та захистом берегів, особливо серед лиманів, Дордрехт є яскравим прикладом цього. [51]

Найдавніші письмові повідомлення про фрізців позначали їх як водяників та мулярів але вони також привертали увагу римлян, які звернули увагу на штучні земляні насипи Фрізії. Пліній Старший

першим описав територію тогочасної Фрізії. Здається, що в документах вказується, що трохи більше 1260 курганів було побудовано на площі менше 2200 км, що варіюються у розмірах між 2-5 гектарами і виступаючими близько 10 м над рівнем моря. Історики говорять про переміщення 80 000 м³ глини для будівництва цих споруд. Проте немає впевненості в тому, що ці підняття є антропогенними, навіть якщо в тексті Плінія використовується термін побудований. Більш пізні способи будівництва дамби XI століття, спрямовані на захист земель та рекультивацию, були прийняті фламандцями та голландцями, які навіть пристосували їх до рівнини річки Ельба в Німеччині. Ченці цистерціанців і премотазіанців зробили великий внесок у встановлення дамб у Фландрії, Зеландії та Фрисландії. [51]

Берегозахисні споруди фрізійців були першими задокументованими антропологічними берегозахисними спорудами в світі (записи зберігаються в корпусі юридичної документації Фрізії ще з 802 року), але на близькому сході були виявлені знахідки дамб та водяних насипів що біли побудовані приблизно в той час (можливо навіть раніше). [51]

Зовсім недавно насипи будували на Британських островах, Данії та Північній Америці. Документи, опубліковані в Англії в середині вісімнадцятого сторіччя, обговорювали дизайн насипу, тоді як датчани прогнозували необхідність їх посилення. Перші насипи були «імплантовані» уздовж узбережжя Данії в 1870 році, і їх кількість сягала близько ста одиниць в період між двома світовими війнами. [51]

Насипи були побудовані в Сполучених Штатах приватними сторонами, щоб захистити свою власність що знаходилась в безпосередній близькості від моря, оскільки Федеральний уряд виявляв

занепокоєння лише у збереженні своєї власності. Все змінилось після Другої світової війни, коли і окремі штати, і федеральний уряд приймали участь у боротьбі з ерозією. Цитуючи Пер Бруна, в мистецькому відношенні мистецтво охорони берегів зазнало недоліків (у США) порівняно з країнами Європи. [51]

Захист берегів від наступаючого моря все більше хвилював уряди країн протягом останніх ста п'ятидесяти років. Масивні інженерні роботи найкраще характеризують цей підхід, але в останні десятиліття ідея посилення штучного живлення берегів стала дуже популярною ідеєю, тим більше, що оцінка витрат та технічні вдосконалення роблять її привабливою альтернативою громістким берегозахисним спорудам. Однак це не означає, що не було запропоновано багато інших альтернативних підходів до проблеми охорони берегів. [51]

З ростом амбіцій зростали і дамби. Постійно наближаючи їх до небезпечних розмірів, виникала необхідність зміцнювати їх твердими поверхнями, такими як базальтові блоки, або іншими спорудами, паралельними, а також перпендикулярними до берега. Підсилювальні або допоміжні конструкції розвивалися та змінювалися в міру збільшення досвіду в будівництві споруд такого типу. Поступове підкріплення таких конструкцій, як морські стіни та насипи, можливо, сприяло не повністю виправданому почуттю безпеки. Повідомлялося, що насипи не піднімалися достатньо швидко, щоб не відставати від затоплення суші та підняття рівня моря, і що дамби не піддавалися ретельному дослідженню їх структурної стійкості. [51]

Близько XV століття Жан, герцог Брабант, побудував дамбу уздовж сучасного бельгійського узбережжя, як відповідь на тринадцять сотень

повеней котрі раніше затопили декілька околишніх сіл. Залишки інженерних зусиль Жана досі простежуються, і карти відносять їх до канаву графа Жана, який підтримував берегову лінію з 1304 року. Дюновий пояс, довжина якого кілька кілометрів на заході та сході, але звужений до ледве 100м, був поставлений між 9 і 13 століттями. [51]

Дійсно, згідно з середньовічними документами, море відштовхнуло берегову лінію назад, приблизно на цілих 5 км і поглинуло кілька прибережних громад, таких як Гарендіке, розташоване між Вендуїном та Бланкенберге. Дві інші прибережні громади були втрачені в Північному морі 24 листопада 1334 року: одна - Скарфут, на південь від Бланкенберге, інша Тер Стріп - на узбережжі Маріакерке поблизу Остенде. [51]

Розміщення сучасних насипів розпочалося з XX століття. Деякі підтримували існуючі морські стіни. Окрім 17 насипів у районах Остенде, у 1912 році на заході від Вендуїну було 75 берегозахисних споруд. Кажуть, що насипи в Бельгії, як і в Нідерландах, позитивно впливають на насичення пляжів уламковим матеріалом, але ця думка не є одноставною. Чи дійсно вони є корисними для насичених пляжів, поки невідомо. [51]

На середземноморському узбережжі берегозахисні насипи були створені в околицях Єгипту (Олександрія) за правління єгипетського правителя Аполлонія Птоламея II Філадельфія протягом 259–258 рр. до н.е. Він подарував своєму працівникові Стофоетісу велику ділянку землі в Горамі. Тут власник вирішив використати набережні, встановивши мережу каналів і дамб, задовго до того, як «західники» осушили землю в більш північних районах. Короткий огляд картини

Олександрійського маяка, одного із семи чудес світу класичних часів, що опинився на дні моря через землетрус XIV століття, показує досить складні дамби навколо острова Фарос. Французька експедиція, що фінансується Electricité de France, повернула на поверхню в 1998 році колосальну статую Птоламея II, що стояла перед маяком. Але вже з 1911 по 1915 р. Гастон Джонде, тодішній головний інженер Єгипетського департаменту портів та маяків, виявив переконливі докази того, що там була "стародавня гавань Олександрії". Хоча він опублікував свої спостереження в "Mémoires présentés à l'Institut Egyptien", ці документи не знаходяться у вільному доступі. Його дослідження 1916 року охопило стародавню Велику Західну гавань, Анфучі-Бей та західну частину острова Фарос у бухті Каїт. Джонде створив великомасштабну карту (1: 6000), на якій зображено сучасний великий хвилеріз 1890–1897 років, що простягається на захід від маяка Рас-Ель-Тін до півдня від скелі Абу-Бакар. Джонде вважав, що це наріжний камінь Великої Стародавньої Західної Гавані. Він описав занурені руїни більших споруд, що утворюють "стародавній великий хвилеріз", що простягається 2,36 км від скелі Абу-Бакар до західного краю затоки Анфучі, на глибині 4,5 м і відстані 300 м на північ від берегової лінії, він виступав як захист гавані від переважаючих північних і північно-західних вітрів. [50]

Грецькі та етруські хвилерізи та морські стіни склалися з курганів, урізаних порізаними скелями; хоча жоден розчин при будівництві не використовувався, сусідні блоки іноді утримувались затискачами та з'єднаннями, виготовленими з металу. З відкриттям пуцоланового гідралічного цементу, виготовленого на основі

вулканічного попелу, тверді блоки могли бути занурені у морську воду, кілька вертикальних композитних бетонних стін збереглися з другого століття до нашої ери до п'ятого століття нашої ери. Ці інженери не тільки освоїли мистецтво спорудження кофердамів для будівництва «в суху», але й думали про кесони, провісники сучасних будівельних методів. Водонепроникні дерев'яні стільникові кесони використовувались для відливання великих бетонних масивів, наприклад, в Кесарії. [50]

У своїх спробах захистити берегову зону від ерозії людина наслідувала природу, так кожен з стародавніх методів зведення берегозахисних споруд може знайти свій відповідник у світі природи: хвилерізи з рифами та прибережними скелями, насипи та дамби з дюнами, і тому подібне. Роль рифів у захисті берегів широко підкреслювалася під час Міжнародного року рифу 1997 року. Живі корали, але також й вапняк, пляжні скелі відіграють протиерозійну роль, заподіяна їм шкода може дорого коштувати берегам, що стоять за ними. І значення дюн у прибережному плануванні не варто недооцінювати. Незвичайна «навчальна» стіна, розміщена в прибережному районі Дурбан (Південно-Африканська Республіка), поступово завершена між 1966 і 1972 роками, потребувала 5 млн. м³ піску; для Брууна вона залишається стабільною і зменшує руйнівну дію хвиль. Чи не можна це порівнювати з живленням, навіть якщо її мета - захист, а не відновлення? Окрім того, якщо піщана хвиля не вийшла з ладу, матеріал забезпечує штучне живлення уламковим матеріалом так само, як це було б природним шляхом. [50]

1.2 Види берегозахисних споруд та їх класифікація

Берегозахисні споруди призначені для збереження берегів від руйнування хвилями води або кригою, а також для створення пляжів шляхом акумуляції наносів, в тому числі і штучним накопиченням за допомогою гідротехнічних споруд або перекиданням водно-піщаної суміші рефулювання. Берегозахисні споруди є одним з найпоширеніших конструкцій морських гідротехнічних споруд. Їх зводять як в межах акваторій портів, так і на відкритому морському узбережжі. Позапортові берегоукріплювальні споруди будують для захисту від розмиву ділянки з'єднання захисної споруди з берегом, прибережної смуги з курортними комплексами, промисловими об'єктами. При здійсненні берегозахисних заходів можна застосувати два види методів - пасивні і активні. Споруди пасивного методу безпосередньо захищають береговий укіс від дії хвилювання, течії і льоду, вони здійснюють завдання збереження берега, який існував до їх створення. Сюди можна віднести берегозахисні стінки і споруди укісного, напівукісного і ступеневого типів. При активному способі зводяться споруди, які в значній мірі зменшують енергію хвиль на підході до берега. При наявності відповідних умов можуть накопичуватися наноси біля берега, тобто розширюється пляж. [37]

До активних берегозахисних споруд належать:

Буна - це поперечна берегозахисна споруда, призначена для накопичення пляжу що в свою чергу захищатиме берег від розмиву. Сучасна буна виглядає як масивна (гравітаційна) або свайна конструкція, що побудована перпендикулярно (рідше під гострим кутом) до лінії захищеного берегу. На берегах що складаються з ґрунтів є можливість встановлення свайних або свайно-шпунтових конструкцій бун. Там, де берег не призначений для курортної діяльності,

використовуються буни із нагромадження масивів. Раніше застосовувалися також ряжеві буни. У піщаних берегів частіше застосовуються пальові буни. Іноді між палями залишають проміжки, що надають конструкції певну наскрізність (ажурні буни). Буни гравітаційного типу зводяться в тих випадках, коли можна закласти їх підстави на корінних породах, стійких валунних або інших важкорозмивних ґрунтах. В даний час запропонований ряд вдосконалених типів бун, що полегшують і здешевлюють будівництво (наприклад, буни на бетонних колонах - оболонках). [37]

Довжину буну визначають в залежності від рельєфу підводного берегового схилу, ступеня його розмитості і умов надходження наносів на зміцнювану ділянку. Відстані між ними визначають з урахуванням напрямку штормових хвиль або енергетичної хвильової рівнодіючої так, щоб підвітрянна ділянка пляжевого накопичення в міжбунних відсіках не оголювалась під час штормів, а з навітряного боку нижній край накопичення не висувався би за голову буни. На піщаних берегах відстань між бунами зазвичай приймається рівною 1-1,5 їх довжини. В необхідних випадках вона може бути уточнена з урахуванням конкретних динамічних умов на даній ділянці берегової зони (Попов, 1965, 1972 а; Сокольников, 1976). На галькових берегах буна повинна бути вище природної поверхні пляжу по всій його довжині. Довжина буни не може бути менше 30- 40 м. Відстані між ними визначаються розрахунком. [37]

Уздовж рівних берегів зазвичай зводяться серії бун - так звані гребінці загальною довжиною іноді до декількох кілометрів. Для захисту невеликих об'єктів або біля берегів з нерівними обрисами можуть бути

ефективними поодинокі буни. Хороший результат буни дають при наявності вздовжберегового потоку наносів. Однак вони значно змінюють поперечну структуру потоку. З підвітряного боку серії бунів часто виникають низові розмиви, так як матеріал потоку затримується (тимчасово) в межбунних відсіках (кишенях). Для уникнення розмивів прийнято проводити штучне заповнення кишень привізним матеріалом. Таке заповнення обов'язкове там, де потік має дефіцит навантаження. Відсіпний матеріал повинен відповідати за розміром місцевим природним наносам, а краще - бути трохи більше, щоб зазначена допустима крупність була досягнута після стирання. [37]

Зовнішні розмежувальні споруди - це споруди, що захищають акваторію порту з боку моря від вітру, хвилювання і наносів. До них відносяться хвилерізи і моли. Зазвичай вони бувають суцільними і створюють перешкоду у всій товщі води, від дна до вершин штормових хвиль. Поодинокі моли зводяться при наявності природного захисту порту мисами, косами, островами від переважаючих вітрів і хвилювань. Парні, що сходяться під кутом моли зводяться на прямолінійних відкритих морських берегах. Парні зустрічні моли застосовуються в бухтах, що не достатньо закриті від хвилювання. [37]

Мол - споруда, зведена у морській гавані у вигляді міцної стіни, що одним кінцем прилягає до берега. Призначена для захисту акваторії від великих хвиль з боку відкритого моря і може використовуватись для причалу суден. [37]

Поєднання молу і хвилерізу застосовується при великій ширині входу в бухту. Огорожа значних портових акваторій іноді проводиться складнішим поєднанням декількох молів і хвилеломів. У коренів молів з

їх зовнішньої (морської) сторони (в пазусі берегової лінії) часто накопичуються наноси. [37]

Іноді вони висуваються до голови молу і зумовлюють заносимість корабельного ходу. При наявності вздовжберегового потоку наносів мол є для них повним непропуском, що викликає дуже великі низові розмиви берега. Хвилерізи створюють ззаду себе хвильову тінь, в якій також можуть накопичуватися наноси. Це обмежує можливість їх застосування (Кнапс, 1950). [37]

Проріз-пастка - паралельне підхідному каналу поглиблення в морському дні. Служить для перехоплення потоку донних наносів. Частково зменшує руйнівний вплив хвилі і акумулює частину наносів, що переміщуються по нормалі до траси каналу. На піщаних підводних берегових схилах прорізи можуть розташовуватися або з двох сторін каналу, якщо матеріал надходить в нього при двосторонніх міграціях наносів, або з однієї, якщо наноси подаються переважно з одного боку. На ділянках з мулистими ґрунтами прорізи розташовуються на відстані не ближче 100 м від основного каналу. При піщаних ґрунтах поблизу виходу каналу з портової акваторії влаштовують кишені для наносів, що мають перетин у вигляді напівтрапеції. Робота прорізу-пастки і кишень в загальному грає позитивну роль, хоча в технічному і економічному відношеннях ще мало досліджена. Відомі випадки, коли прорізи і кишеня не перехоплювали очікуваної кількості наносів і на каналі відбувалася втрата глибин. [37]

Траверс - допоміжне поперечне спорудження для накопичення пляжевих і донних наносів (штучна підводна перешкода), що зв'язує або

берегозахисний підводний хвилелом з берегом, або огорожувальну дамбу з незатоплюваною територією. [37]

До пасивних берегозахисних споруд належать:

Банкет - споруда створена для захисту берега у вигляді широкого насипу із каміння, фасонних масивів або гірської маси. Використовується для захисту берега від руйнівної діяльності хвиль. Використовується лише в тих випадках коли берег не призначений для використання у курортній сфері, або коли інші види берегозахисних споруд є економічно не вигідними. [37]

Берми - елементи інженерного захисту берегів. На відміну від пляжної берми це різноманітні за складом і походженням горизонтальні або слабко нахилені в бік моря споруди у основи хвилевідбійних стін, у голів бун або безпосередньо у підніжжя кліфу. Вони можуть складатись з бетону або бути накопиченням фасонних масивів чи гірської маси. В останньому випадку також може використовуватись назва банкет. Основною метою використання берми є зменшення висоти взкиду хвиль при не великій ширині пляжу. [37]

Хвилевідбійна стіна (стінка) - конструкція з масивних бетонних елементів (часто з облицюванням), зазвичай з криволінійним обрисом передньої грані, яка відбиває набігаючу хвилю. Вона слугує пасивним елементом захисту берега від руйнування хвилями. Такі стінки викликають розмиви пляжів, так як відбита хвиля змиває наноси від їх підніжжя на підводний береговий схил. З цієї причини в даний час вони застосовуються лише в комплексі з пляжонакопичувальними спорудами такими як буни і підводні хвилерізи. [37]

Дамба- гідротехнічна споруда у вигляді насипу, що створюється для захисту прибережних територій від затоплення під час нагонів і для захисту морських підхідних каналів від занесення. У першому випадку вони називаються напірними, в другому - безнапірними. У гирлі річок і в портах на припливних морях влаштовують напрямляючі дамби, що слугують для регулювання течій. Дамби, огороджуючі морський канал, можуть бути побудовані з одного його боку або з обох. Конструкції огороджувальних дамб можуть бути різними: дерев'яними, ряжевими, земляними з рефулірованого ґрунту, дерев'яними з двох суцільних рядів пал' з кам'яним наповненням. Часто дамби складаються з глиняного (не фільтруючогося) ядра і піщаного покриву. На його поверхні зазвичай здійснюють посадки рослинності. Підніжжя дамб з зовнішньої сторони прийнято захищати облицюванням або берегозахисним прикриттям. [37]

Берегозахисні дамби споруджені на дуже велику протяжність берегів Голландії, ФРН, Данії. Вони будувалися з XV сторіччя на поверхні піщаних берегових барів. Акваторії за ними осушені за допомогою насосів і перетворені в польдери. [37]

Берегозахисне прикриття - споруда з фасонних масивів або каменю, призначене для гасіння енергії прибійного потоку на короткій відстані. [37]

Масиви - бетонні (або бутобетоні) паралелепіеди (часто куби) вагою від 5 до 100 т. Застосовуються при будівництві берегозахисних та інших гідротехнічних споруд. Масив-гігант - штучний порожнистий масив, найбільший розмір якого відповідає повній ширині споруди (молу, хвилерізу). Зазвичай виготовляється із залізобетону,

доставляється до місця установки на плаву, а потім затоплюється шляхом заповнення каменем або піском. Вага такого масиву - 400 т і більше. [37]

Фасонні масиви - бетонні елементи берегозахисних споруд, які використовуються у вигляді безладних начерків без спеціального укладання. Найбільш споживані тетраподи (чотириногі), але найкращий ефект дають долосси (два циліндра, з'єднаних поперечною ланкою). [37]

Масив бермінний - спеціальний бетонний масив приплюснutoї форми. Укладається на кам'яне ліжко з зовнішньої сторони обгороджувальної споруди з метою її захисту від розмиву. [37]

Штучний пляж - одна з споруд для захисту берегів від розмиву або для розширення пляжу в бальнеологічних цілях. Наноси для штучних пляжів або завозяться ззовні, або рефілюються на берег з прилеглого дна. Створення штучних пляжів широко поширене в багатьох країнах. Вони можуть бути утворені як під захистом затримуючих наноси споруд (бун, підводних хвилеломів), так і безпосередньо на відкритому березі. У вітчизняній практиці відомі вдалі приклади піщаних одеських і галькових сочинських і південнокримських штучних пляжів в межбунних відсіках. Штучний пляж без додаткових споруд невдало запропоновано називати "вільними" (Гречища і ін., 1972). У геоморфологічній літературі їм дана більш коректна назва - "негороджені". Такі штучні пляжі створені і практично не розмиваються в Геленджікской (Айбулат, Погодін, 1974) і Планерській бухтах на Чорному морі. Найбільш широко штучні пляжі застосовуються на атлантичному узбережжі США, де є великі запаси

піску на дні. Ці пляжі розмиваються за кілька років, але економічно вигідно їх повторне відновлення рефуліруванням. [37]

Шпора - гідротехнічна споруда, що зводиться під прямим кутом до берега. Ця споруда задає напрям течії, що оберігає берег від розмиву. Іноді шпорою називають коротку напівзапруду, що примикає одним кінцем до молу, захисної греблі або підводного хвилелому. На Чорному морі шпори довжиною до 15-20 м застосовувалися в якості бун, але виявилися неефективними. [37]

1.3 Методи дослідження якості функціонування берегозахисних споруд

Морські берегозахисні споруди зводять на відкритих узбережжях, в межах акваторій портів, а також в містах у вигляді набережних. Вони призначені для захисту берегів від руйнівної дії вітрових хвиль, течій, дрейфуючих рівних крижаних полів і торосів. Активний спосіб захисту узбережжя сприяє збільшенню ширини існуючих пляжів і відтворення раніше зруйнованих шляхом акумуляції наносів в приурезних зонах. Істотне збільшення ширини пляжів запобігає або значно послаблює розвиток зсувних процесів при наявності крутих берегових схилів. [14]

На акваторіях морських портів берегозахисні споруди пасивного типу будуються в місцях сполучення портових споруд з береговою лінією. Вони можуть зводитися також і на урізі води для захисту об'єктів, побудованих раніше безпосередньо на берегах. Споруди пасивного захисту можуть будуватися і на мілководді при створенні штучно утворених територій, відвойованих у моря, в тому числі і рукотворних островів (яскравим прикладом таких об'єктів є території

Монако та Нідерландів котрі розширюють свої території шляхом відвойовування у моря нових ділянок суходолу). Наприклад, при облаштуванні морських родовищ на мілководних ділянках континентального шельфу. В інженерній практиці берегозахисні споруди пасивного типу часто застосовуються і для захисту залізничних і автомобільних доріг, що проходять уздовж берегових ліній, а також перетинають водні акваторії. [16]

В процесі проектування морських берегозахисних споруд необхідно враховувати безліч природних факторів. До них відносяться гідрологічні, гідрографічні, інженерно-геологічні, геоморфологічні, а також метеорологічні умови району будівництва. Гідрологічні умови включають: морське вітрове хвилювання, льодовий режим, коливання рівнів, морські течії, хвилі цунамі. До гідрографічних умов відносяться глибина води, топографія морського дна і прилеглого до неї узбережжя. Особливу значимість мають інженерногеологічні і геоморфологічні дані про будову морського дна, фізико-механічні властивості донних ґрунтів і про міграцію наносів. Основним метеорологічним фактором є вітровий режим (швидкість, напрямок і тривалість). Крім природних умов необхідно також враховувати антропогенні фактори, а також наявність місцевих будівельних матеріалів, інфраструктуру району будівництва, технічні можливості і досвід потенційних підрядників. Також в процесі проектування морських берегозахисних споруд необхідно виконувати розрахунки на сейсмічні впливи. При цьому слід враховувати конструктивні особливості споруди та існуючі інженерно-геологічні умови району будівництва. [17]

Інформація про параметри хвилі дає можливість розрахувати майбутні хвильові навантаження на проєктовані споруди через статичні опори хвильового тиску і протитиску. Слід зазначити, що хвильові навантаження від нерегулярних хвиль мають циклічний характер. Вони, в кінцевому підсумку, передаються на ґрунтову основу. Під їх впливом протягом терміну служби споруди змінюються фізико-механічні характеристики ґрунтів під фундаментною частиною, що супроводжується частковим виносом дрібних частинок ґрунту через шви при відкаті хвиль. Це призводить до нерівномірних осідань і згодом до виходу споруд з ладу. Щоб прогнозувати величину осідань з урахуванням фізико-механічних властивостей ґрунтових основ на стадії проєкту необхідно удосконалювати методи розрахунку напружено-деформованого стану ґрунтової опори під гідротехнічними спорудами, враховуючи берегозахисні, з урахуванням циклічного впливу нерегулярних хвиль. [17]

Морські течії також впливають на берегозахисні споруди. Після зведення споруди відбувається зміна гідрологічного режиму у межах побудованої берегозахисної споруди. Під впливом вітрових хвиль і течій відбувається розмив поверхневих шарів ґрунтів у межах берегозахисних споруд. З цієї причини ще на стадії проєктування необхідно розглянути різні варіанти захисту морського дна від розмивів. Якщо конструктивні рішення даного питання будуть недостатньо ефективні або в процесі виробництва будуть відступити від вимог нормативних документів, то розмиви можуть викликати втрату стійкості берегозахисних споруд. Щоб уникнути таких небажаних явищ, перш ніж розробляти конструкцію захисту, слід визначити величину донних швидкостей з

урахуванням розрахункових параметрів хвиль і глибини води в місцях зведення споруд. Відповідно до розрахункових значень донних швидкостей, розглядаються варіанти конструкцій захисту і вибирається найбільш оптимальний. Основний конструктивний недолік майже всіх морських берегозахисних споруд полягає в тому, що вони є недовговічними. У період запліску вітрових хвиль на берегозахисні споруди відбувається тільки часткове гасіння хвильової енергії. Відкат хвиль супроводжується проявом протитиску на тилову частину споруди і виносом дрібних частинок через шви. Завдяки цьому під спорудою утворюються порожнечі, що призводять до локальних, а потім і остаточних руйнувань. [17; 20; 19]

В Україні, як правило, проектування морських берегозахисних споруд проводиться без урахування льодового режиму Азовського моря в суворі зими рідкісної повторюваності. Однак, як показує аналіз результатів багаторічних спостережень, в суворі зими товщина крижаного покриву на всіх акваторіях може досягати до 0,6 м при тривалості періоду часу з негативними температурами до тридцяти і більше діб. Такі зими в середньому повторюються один раз в десять і більше років. [17]

Таким чином, при проектуванні морських берегозахисних споруд обов'язково необхідно враховувати і льодові навантаження від рівних крижаних полях, а при достатніх глибинах і торосистих утворень. Також слід здійснювати оцінку локального тиску льоду на конструктивні елементи берегозахисних споруд. Така оцінка дозволить призначити відповідну марку бетону. [20]

Отже дослідження якості функціонування берегозахисних споруд можна провести при визначенні їх внеску у захист берегової лінії та накопиченні уламкового матеріалу на пляжах. Сама якість функціонування таких споруд визначається за рахунок того, чи була виконана поставлене перед будівництвом завдання.

1.4 Тенденції в берегозахисті ХХ сторіччя

Завдяки активним спробам радянського союзу вплинути на формування, розвиток та захист берегової лінії своїх територій ми маємо значний досвід і знання у методах контролю розвитку берегової лінії. А завдяки тому що значна частина берегозахисних систем була створена ще в середині минулого сторіччя ми маємо змогу порівняти їх ефективність та доцільність використання на різних територіях. [16]

Нажаль нинішній технічний стан берегозахисних споруд, побудованих за радянських часів, є незадовільним, а в деяких випадках аварійним, з багатьох причин. Основними з них, є: недостатньо детальне вивчення природних факторів, порушення технології будівництва при зведенні берегозахисних споруд та використання неякісних гідротехнічних бетонів. [16]

Щоб морські берегозахисні споруди могли успішно функціонувати протягом наміченого терміну служби, ще на стадії проектування необхідно, на підставі аналізу результатів інженерних вишукувань, з достатнім ступенем точності призначати значення вихідних параметрів, які будуть використовуватися в подальших розрахунках. Так відповідно до рекомендацій норм, термін служби таких споруд становить 50 років.

При цьому підвищуються значення вихідних параметрів вітрових хвиль і рівних крижаних полів, включаючи і їх характеристики. [16]

Розрахункові параметри хвиль безпосередньо у проєктованих берегозахисних споруд необхідно визначати з урахуванням їх трансформації і рефракції. Методика відповідних розрахунків тестувалась протягом багатьох років в процесі проєктування різних морських об'єктів і є цілком надійною. Вона дозволяє уточнювати параметри хвиль, розраховані на глибокій воді в мілководній і прибіжній зонах з урахуванням топографії дна та інформації про найпотужніші шторми котрі можуть трапитись протягом усього терміну експлуатації. [8; 16]

Не треба забувати, що окрім використання бетонних масивів для захисту берегової лінії були розроблені також методи відновлення берегової лінії без використання бетонних блоків. До таких методів належить створення штучних пляжів, а саме насипів (піску та іншого уламкового матеріалу) призначених для захисту берегів від розмиву або для розширення пляжу в бальнеологічних цілях. Наноси для штучних пляжів або завозяться ззовні, або рефілюються на берег з прилеглою дна. Штучні пляжі можуть повноцінно функціонувати без використання додаткових берегозахисних споруд, проте залишається ризик швидкого вимивання товщі піску та іншого уламкового матеріалу через занадто сильні течії, яскравим прикладом слугує атлантичне узбережжя сполучених штатів де штучні пляжі оновлюються кожні декілька років, але в їх випадку навіть регулярне оновлення залишається економічно вигідним оскільки поклади піску та інших доцільних для використання

матеріалів знаходяться у безпосередній близькості від пляжів і на їх транспортування не витрачаються великі кошти. [8; 15; 52]

Роботи по створенню штучних пляжів здійснюються за допомогою земснарядів рефулювального типу. Рефулювання - це видалення ґрунту кораблем-землесосом по пульпопроводу на рефулерне звалище ґрунту. Ґрунт по пульпопроводу може подаватися або на берег, або на дно за межі рефульованої ділянки. З рефульованого ґрунту іноді намиваються захисні дамби (підводні або надводні) для захисту морського каналу або акваторії від занесення. Основною специфікою організації таких робіт є правильність вибору місця для розробки. Задля збереження стійкості піщаних насипів необхідно щоб крупність застосовуваного для них піску була якомога більшою, у всякому разі не меншою ніж розмір наявного на пляжі піску. У зарубіжній літературі для цього рекомендується вести розробки на підводних валах, розташованих уздовж бурунів лінії руйнування штормових хвиль, де накопичується пісок найбільш крупних фракцій. [10; 16]

Об'єми штучних насипів піщаних пляжів завжди дуже великі і залежать від пологості самого пляжу і його підводної зони. При штучному відновленні розмитих пляжів необхідні об'єми піску в середньому становлять 70-150 тис. м³ на 1 км лінії берега. Ці цифри насамперед залежать від того, до яких розмірів має бути розширений вже існуючий пляж. [10]

Крім піску також можна використовувати річкову та морську гальку, або кругляк, що залягає в акумулятивних утвореннях на морському узбережжі та в заплавах річок. Хоч для створення штучного пляжу за допомогою гальки необхідно в 4-5 разів менше матеріалу проте

саме організація відновлювальних робіт є набагато важчою, оскільки є необхідність в пошуку найбільш доцільного для використання родовища уламкового матеріалу через вартість його транспортування. [16]

Уламковий матеріал найбільш доцільно доставляти до пляжу саме з моря, тому кар'єр на якому його добувають мусить мати обладнання для навантаження гальки на судна. Для доставки і вивантаження уламкового матеріалу найкраще використовувати морські саморозвантажні шаланди. При водній доставці в шаландах з дном що розкривається розвантаження гальки може проводитися прямо на дно в межах міжбунних проміжків на глибинах від 2,5 до 3 м. [16]

При залізничній доставці гальки її розвантаження і переміщення від залізничної колії до пляжу повинне бути механізованим, до того ж спуск по схилу доцільно здійснювати легкими бульдозерами. Ручне розвантажування при таких роботах не допускаються. Гальковий матеріал, призначений для утворення штучного пляжу, в разі доставки його залізницею слід перевозити в рухомому вагоні що автоматично розвантажується або застосовувати специфічні методи механізованого розвантаження. [16]

Сезонні активні конструкції направлені на те, щоб за короткий проміжок часу вплинути на накопичення уламкового матеріалу на певній ділянці пляжу. Такі берегозахисні конструкції спрямовані на те, що відновлювати берегову лінію але лише протягом певного сезону в залежності від сили хвиль, напрямку течій, якості та кількості уламкового матеріалу котрий переноситься та накопичується на водному просторі, що прилягає до берегової лінії котра відновлюється. [10]

Також до сучасних методів берегозахисну можна віднести і штучні рифи – тверді конструкції які слугують опорою та надійною точкою для початкового росту і розвитку морських організмів, таких як корали. Використання штучних рифів поширене у країнах з теплим кліматом, яскравим прикладом слугують штучні рифи Єгипту, Японії, Індонезії, Малайзії, Сполучених Штатів Америки, Австралії та інших. Для створення штучних рифів можна використовувати будь-який твердий матеріал який може слугувати домівкою для морських мешканців. В минулому сторіччі в якості матеріалу для створення штучних рифів використовували навіть уламки будівельного матеріалу та старі автомобільні шини, але від таких ідей відмовились оскільки їх використання призвело до сильного забруднення водного середовища та отруєння водних ресурсів токсичними речовинами з яких вони виготовлялись. Найдоцільнішим матеріалом для створення штучних рифів виявилась стара техніка (корпусі автомобілів, кораблі, літаки і навіть танки). Штучні рифи з такого матеріалу слугують не лише чудовою домівкою для коралів та морських риб, а й привабою для туристів, що й казати про те, що екскурсії на затоплені кораблі такі як Tisselgorm вже не одне десятиліття залишаються популярними для туристів. [49; додаток 3]

Розділ 2. Природні умови берегової системи Тендра-Джарилгач

2.1 Загальна характеристика природної системи берегової зони Тендра-Джарилгач

Тендрівську та Джарилгачську коси розділяє ділянка абразійних наносів, що має дуже не високі кліфи які були утворені тонким лесовим суглинком у складі котрого дуже рідко можна знайти частинки що перевищували б 0.1мм. На цій ділянці берег відступає зі швидкістю понад 1м на рік, але навіть якщо уламковий матеріал з якого складається коса мав піщане походження його все одно не вистачало би на утворення кіс. Отже можна дійти висновку, що пісок, з якого складаються коси, не місцевого походження, а, скоріш за все, намитий з морського дна. Аналіз проб, що були взяті на усій протяжності системи від кінця Тендри до кінця Джарилгача, показав, що в важкій фракції наносів переважає рогова обманка. Це свідчить про те, що уламковий матеріал має аж ніяк не Дніпровське (цирконове), а скоріш Дунайське походження. [23; 25]

Будова закінчення будови обох кіс та розподіл на них берегових валів безсумнівно свідчить про наростання в нинішній час, а отже і про наявність одразу двох потоків наносів. Проте постає питання, а де ж знаходиться точка їх поділу? Адже, літологічно, весь уламковий матеріал має однорідне походження. [28]

Поблизу корінної системи обох кіс існують ділянки постійних прорв. Під час нагонів і згонів з'являються великі різниці рівнів між вершинами мілководних заток і морем, а тому течія не дає прорвам «замитись». Розташування берегових валів в Тендрівській прорві не залишає сумнівів в тому, що домінуюче перенесення наносів проходить

тут зовсім не так. Як у інших кіс від кореня до дистального кінця, а зовсім навпаки, воно йде до кореневого берегу (в даному випадку із заходу на схід). Переходячи по пляжу від тіла коси до абразійної ділянки, ми знаходимо вже відомі нам вапнякові «журавчики», котрі море вимиває з лісо видних суглинків. На Тендрі вони не зустрічаються, але на всій протяжності Джарилгачської коси їх можна знайти дуже велику кількість. Це свідчить про те, що наноси переміщуються по краю Джарилгачської коси звичайним способом, тобто від кореню до дистального кінця. Це також підтверджує і будова Джарилгачської прорви. З цього виходить, що і в цій системі існують два різних потоки наносів, але точка їх поділу знаходиться на Тендрі, а не на корінному березі. Залишилось визначити де розташовується джерело наносів. [29]

Якщо вже відомо, що обидві коси мають, і в даний час отримують донне живлення, треба звернути увагу на будову їх підводного схилу. Оскільки корінний берег, що роз'єднує коси, відступає дуже швидко, то і самі коси не можуть не відступати. І дійсно, одне з підтверджень цього було знайдене в Тендрівській прорві. На її дні знаходяться мули лиманного походження, а оскільки Тендрівська коса завдяки своєму донному походженню також являє собою бар, ця знахідка є дуже важливою. [29; 25; 5]

Відстань до ізобату 5 метрів на всій протяжності відносно рівна і становить приблизно 500 метрів. Але навпроти усієї середньої частини Тендри ізобата 10 метрів уходить далеко від берега, майже на 8 кілометрів. Протяжність цієї ділянки мілководдя становить приблизно 35 кілометрів і все мілководдя вкрите піском та мушлями. Стає очевидним те, що саме тут розташоване джерело уламкового матеріалу,

котрий живить всю систему. Пісок поступово надходить з дна і ближче до зрізу розходить на два потоки, що йдуть у протилежні сторони. Під час сильних штормів на цій ділянці хвилі можуть перекачуватись через гребінь берегового валу в затоку і переносити туди наноси з морської сторони, тим самим переміщуючи бар та нагромаджувати його піски на лагунні відклади. Схожі процеси спостерігаються і на Жебрянському барі. [23; 29; 5]

На кінцях обох кіс рельєф дна суттєво ускладнюється. Тут вже нема плавного переходу від надводної частини кіс до пласкої поверхні морського дна. Навпаки тут проходить утворення підводного цоколя з стрімкими схилами, що нагадують собою дамбу або насип, найкраще це видно на кінці Тендри. Якщо подивитись з морської сторони то можна побачити, що чим ближче до кінця коси, тим вужче стає плавний профіль підводного схилу, котрий з глибини 4-5 метрів стрімко обривається на глибину 12-15 метрів і лише тут межує з загальною, майже горизонтальною поверхнею дна. На тильній частині коси профіль стає ще коротше і точка його перегину лежить на все менших глибинах (2.2-3 метри). Сам профіль стає більш стрімким. [29]

Такі стрімкі форми є звичайними для закінчень зростаючих акумулятивних форм. Достатньо крупні піщані формації переміщуються в основному по приурізній ділянці на не великих глибинах. У основи підводного схилу швидкість його транспортування нижча і саме тому наростаючі коси на вигляд схожі із залізно дорожніми насипами своїми крутими схилами. Кожна порція наносів, пройшовши вздовж зрізу, потрапляє на ділянку ослабленої хвильової активності і часто затримується, все далі нарощуючи косу. Крутий схил найбільш чітко

виражений на кінці коси. По мірі її просування значна кількість уламкового матеріалу, що проходить по дну, згладжує укіс, а крім того, він розвивається ще й під час сильних штормів. На тильній стороні коси хвилі стрімко зменшуються. Вони стають коротше й нижче. Зрозуміло, що і профіль рівноваги робиться тут більш крутим, а його основа лежить на меншій глибині. [29; 5]

Але чому область крутих схилів тильної сторони коси продовжується вздовж її тіла значно далі, ніж із зовнішньої - до півострова Білі Кучугури? Виявляється, що потік не повністю відмирає у дистальної частини коси. В відкритій частині Тендрівської затоки діє своя система хвиль рівнодіюча і направлена з північного заходу. Ці хвилі і несуть пісок поки хвилі не потраплять на мілководдя. Тут сила хвиль ще раз падає і, відповідно зупиняє потік, відкладає на Білих Кучугурах всю масу принесеного уламкового матеріалу. [6; 29; 28]

Приведені вище судження підтверджуються складом наносів. На зовнішній стороні Тендри залягає переважно кварцовий пісок. Мушля у його складі примішана у не великій кількості і, в основному, залягає на гребні валу. Але чим ближче до кінця коси тим більше стає мушель, їх кількість збільшується до тих пір поки майже зовсім не витисне пісок. Заокруглені берегові вали на кінці коси складаються майже повністю із мушель. [6; 29]

Такі зміни у складі матеріалу проходять у наслідок своєрідного відбору (селекції) уламкового матеріалу за розміром. Тонкий пісок зсувається під впливом сумісної дії хвиль і течій. Тому він майже повністю відходить від узбережжя у місці вигину коси. Течія не може швидко змінювати свій напрямок оскільки вона володіє набагато

більшою інерцією. Навпаки, крупний матеріал котрий рухається виключно під впливом хвиль, прагне притиснутись до берегу і на своєму шляху повністю підконтрольний законам рефракції хвиль і втрати їх енергії. Тому мушлі і залишаються на березі, а точніше, формують той самий берег у місці вигину коси, оскільки крупні частки зупиняються там, де хвилі втрачають свою енергію. [23; 25]

У Тендрівській затоці спостерігаються різкі перепади солоності. Улітку внаслідок випаровування вода в затоці стає солонішою ніж у відкритому морі. Восени та на весні у наслідок сильних дощів вода може сильно опріснюватись. Молюскам складно переносити такі стрімкі перепади солоності і через це в затоці виживають далеко не всі форми, а ті що все ж таки виживають перебувають у постійно пригніченому стані; вони мають набагато менші розміри ніж їх морські сусіди і дуже тонкі мушлі. Однак від закінчення коси і до Білих Курганів лежить звичайна морська ракушка без домішок їх лиманних форм. Лише на схід від Білих Кучугурів на пляжі можна побачити дрібну та тонку ракушку молюсків із затоки. Це можна пояснити лише тим, що потік наносів йде від закінчення коси на південний схід по її внутрішній стороні. [23; 25]

Походження та режим такої складної взаємодіючої системи елементів берега, як коси Тендра та Джарилгач разом з розмежовуючою їх абразійною ділянкою, безсумнівно заслуговує спеціального детального аналізу. Необхідно сказати, що Тендра і Джарилгач довгий час представляли одну із загадок для дослідників морських берегів. Ще у 1899 році американець Ф. Гуллівер, один із «піонерів» берегових наук, знайшовши ці незвичайні форми на мапі Чорного моря описав їх у своїй книзі як характерний приклад мису, котрий розпахнув, як крила, в

обидві сторони від себе коси і витягнувся з ними в одну лінію (в англійській науковій літературі такі форми рельєфу називаються «winged foreland», що означає «крилатий мис»). Однак пояснити причину виникнення таких форм американський дослідник так і не зміг. Остаточний вердикт по утворенню цієї форми рельєфу виніс Зенькович В.П.. Для цього йому довелося вивчити склад наносів, і всіх різновидів акумулятивних берегових форм взагалі, щоб підібрати аналоги для схожих утворень. [23; 25]

2.2 Умови геологічного середовища

Територія що включає в себе Тендрівську та Джарилгацьку коси і ділянку суходолу між ними належить до скалду скіфської плити, яка в свою чергу є частиною Східноєвропейської платформи. Ці території мають давню геологічну історію, важливою подією в історії є момент утворення Чорноморської западини в епоху міоцену, в процесі активного горотворення. Спочатку Чорне море входило до складу Сарматського моря (від Балатону до Аралу). Пізніше воно з'єдналося з Середземним морем, встановивши на декілька мільйонів років меотичне море. Потім утворюється прісноводне понтичне море (що включало Каспій), яке змінює солоне Карангатське море і, потім, в Четвертинну епоху, знову прісноводне Новоевксінское море. Саме в цей період формуються близькі до сучасних межі Чорного і Азовського морів. [1;2]

Четвертинна історія Чорного і Азовського морів вивчена безсумнівно докладніше, ніж будь-якого іншого моря в світі. Протягом усієї геологічної історії світу моря постійно змінювались: змінювався їх рівень, води то затоплювали на тисячоліття прилеглі берега, то, навпаки, їх рівень знижувався, і в межах западини, зайнятої зараз морем,

оголювалася суша. В процесі цих коливань Чорне море отримувало або набагато ширший ніж зараз зв'язок з Середземним морем або відгороджувалось від нього зовсім, перетворюючись в море замкнутого типу, яким ще з давнини був Каспій. Крім того, періодично виникав і прямий зв'язок з Каспійським морем через долини Дону і Манича. У зв'язку з цими подіями чисто геологічного порядку змінювалась і солоність води. Це в свою чергу впливало на розвиток фауни. [1;2]

У періоди сильного підвищення рівня моря, так само як і в наш час, море сильно руйнувало лінію узбережжя і вирізало на них похилі тераси. На поверхні таких терас в ряді місць збереглися поклади, що містять викопну фауну. Звичайно, тут могли вціліти лише тверді скелетні залишки, тобто раковини молюсків, шкаралупа деяких видів ракоподібних, трубчаті будиночки черв'яків, мшанок і ще деяких класів тварин. Оскільки відомо, чим харчуються різноманітні організми, то за цими залишками можна встановити майже весь комплекс фауни і уявити фізико географічні особливості моря даної епохи. [2; 37]

Найдавнішою з четвертинних терас є давньоевксинська. Вона збереглася в ряді місць на західному і на кавказському узбережжях. Давньоевксинська фауна дуже близька до каспійської фауни тієї ж епохи. Це свідчить про сильне опріснення води і про відсутність сполучення Чорного і Азовського морів з океаном. Проте вони все ж мали сполучення з Каспійським морем. [2; 38]

Одна наступних за часом терас - карагантська. Її відкладення містять досить велику товстостінну черепашку, у тому числі багато форм, що мешкають в Середземному морі і відсутні в сучасному Чорному морі. У карагантські часи в Чорне море проникли навіть

морські їжаки. Звідси висновок, що в ту епоху було широке з'єднання з Середземним морем, значно більш солона ніж зараз вода і повна ізоляція від Каспію. Такі зміни були доволі частим явищем у ранні геологічні епохи і доволі часто повторювались, тому вважаю доцільним далі перейти ближче до сучасності. [1; 39]

Отже, на початку новоевксинського часу море значно зменшилось в об'ємі і на північно-західній частині розташувалась велика дельтова рівнина Дунаю, Бугу і Дніпра. Потім море знову заповнило цю низину, але воно було сильно опрвісненним. Очевидно, в той час Босфорську протоку закрили і зв'язок з Середземним морем був відсутній. Вважається, що зв'язок морів був втрачений в наслідок вертикального руху суходолу у місцях їх з'єднання. У верхніх шарах новоевксинських відкладень склад фауни поступово змінюється, з'являється все більше форм, характеризуючих осолонення моря. Ці нові шари названі древньочорноморськими. Над ними знаходяться вже сучасні форми. Підрахунки часу по шаруватості мулів в глибоководних відкладеннях показують, що сучасний водний режим встановився в Чорному морі лише 5 тисяч років тому. [1; 36]

У зв'язку з описаною складною історією обох морів їх сучасна фауна має змішаний характер. У ній до сих пір збереглися так звані понтичні релікти, до яких відносяться організми, що жили ще у верхньотретинному озері-морі. Зараз вони живуть в Азовському морі і на певних ділянках північного заходу Чорного моря. Більшу частину сучасної фауни Чорного моря становлять середземноморські «іммігранти», тобто переселенці з Середземного моря. Певна частина організмів перекочувала з річкових систем, але лише ті форми котрі

витримують незначне осолонення води. Нарешті, за тривалу історію Чорного моря у ньому нарешті виробилась і «автохтонна» фауна, тобто фауна, що властива лише йому. В Азовському морі специфічні форми відсутні, так як воно ще занадто «юне». [1; 2]

Геологічне середовище Чорного та Азовського морів детально вивчалось ще наприкінці дев'ятнадцятого сторіччя і саме завдяки здійсненню ще в ті часи вишукуванням ми маємо настільки детально сформований опис геологічної історії морів. Також сильного поштову до визначення геологічної будови надав землетрус 1927 року, котрий підтвердив популярну серед дослідників берегової зони Чорного та Азовського морів теорію про поступове осідання суходолу яке відбувалось упродовж усієї четвертинної епохи. Точні виміри материкового схилу, які були проведені після землетрусу, показали, що він має ступінчасту будову. На виступах материкового схилу до глибини 800 метрів були знайдені типові прибережні відкладення раковинної дресви та гальки які за звичайних умов не могли там відкластись, оскільки на морському дні залягають найдрібніші частки уламкового матеріалу, а їх великі частки осідають у прибережних водах і під впливом хвиль та тертя поступово подрібнюються. Тим самим припущення про поступове осідання чорноморського овалу виявилось вірним, до того ж цей овал є активним і вертикальні рухи на його окраїнах тривають і досі. [2; 37]

2.3 Умови метеорологічного середовища

Клімат Херсонської області в межах берегової зони являється помірно-континентальним із порівняно м'якою зимою та жарким тривалим літом. Найбільша середньомісячна кількість опадів фіксується

у липні та вересні - 42 й 41 мм відповідно з максимальним показником 159 мм у вересні. Мінімальні середньомісячні показники опадів фіксуються у березні - 28 мм, а мінімальна загальна кількість опадів випадає у лютому - 63 мм. Найбільші середньомісячні показники температури в межах досліджуваної території спостерігаються у липні - 28-29 °С, а мінімальні (-5 °С) - у січні. [32]

Температура прибережних вод є дуже важливим показником кліматичного стану території. Максимальні середньомісячні показники температури фіксуються у липні - 24,6 °С. Мінімальні спостерігаються взимку у січні та лютому - 0,3 та 0,5 °С відповідно. Середньорічний показник сягає 12,2 °С. [32]

Швидкість вітру в прибережних зонах Чорного моря має виражений річний хід з максимумом вітрової активності в холодні періоди року та мінімумом у літні. Більшість вітрів з найбільшими величинами середньомісячної швидкості пов'язані з баричними градієнтами між відгалуженням Сибірського антициклону та циклонічною діяльністю на півдні Чорного моря. Зменшення баричного градієнту у літні періоди призводить до зменшення вітрової активності над акваторією моря. Взагалі виокремлюють чотири типи областей вітрових потоків, що найбільше впливають на утворення штормових вітрів й утворюються при певних траєкторіях циклонів. [32]

До першого типу відноситься баричний градієнт між антициклоном над центральними районами Європи (відгалуження Сибірського антициклону) та циклонічною діяльністю в південних та південно-західних регіонах Чорного моря, що утворюються під впливом депресії.

Це призводить до утворення східних, північно-східних та північних вітрів. [32; 30]

Другий тип характеризується розвитком циклонічної діяльності в межах Балтійського моря, циклони якого зазвичай направлені до Балкан та півночі Чорного моря. Кавказ та Мала Азія зайняті областю високого тиску, під впливом якої знаходиться північно-східна частина Чорного моря. Тут панують південно-західні вітри. Якщо над півднем України чи над Кримом розвивається циклон, то в цьому випадку починають домінувати південні та південно-східні вітри [32; 30]

До третього типу відносять північно-західні та західні вітрові потоки, що утворюються при баричному градієнті між циклонічною діяльністю у європейській частині СНД та антициклоном в межах Західної Європи з відгалуженням на Балкани. [32]

Для четвертого типу характерне розташування антициклону над західним Казахстаном й східними районами європейської частини Росії, а Середземне море та південь Балкан зайняті депресією. При зміщенні циклонів до Чорного моря посилюються південно-східні вітри. Синоптичні процеси цього типу малотривалі й мають рідку повторюваність. [32]

За аналізом даних на сайті Гідрометцентру за період з 1899 по 2019 рік, в межах гідрометеостанції Хорли, найбільша середньомісячна швидкість вітру спостерігається в період з січня по березень - 4,9-5,3 м/с, причому у лютому найвищий показник - 5,3 м/с. В цей період домінують північно-східні та східні вітри. Мінімальні показники середньомісячної швидкості вітру спостерігаються в серпні та вересні - 4 м/с, при

переважанні північних та південно-західних вітрів. Максимальні показники швидкості вітру спостерігаються в період з листопада по березень й сягають до 40 м/с [32; додаток Г, Г]

Найбільший відсоток вітрів із силою більшою 10 м/с (приблизно 4,5 % в середньому) в межах гідрометеостанції Хорлів (за період з 1945 по 2011 рік) спостерігається в період з листопада по квітень. В теплі місяці року, з травня по жовтень, їх відсоток зменшується більш ніж у 2 рази. Більша частина подібних вітрів спостерігається при північно-східних та східних їх напрямках. З березня по травень зменшується відсоток північно-східних вітрів (вони домінують все одно) й підвищується відсоток західних, південно-західних та південно-східних штормових вітрів. [32, додаток Д]

Метеорологічна ситуація в прибережній ділянці між Гендрівською та Джарилгацькою косами, однакова, з майже ідентичними температурними й вітровими режимами та кількістю опадів. Існує чотири області вітрових потоків, що найбільше впливають на згінно-нагінні явища на цій ділянці. При цьому домінує область північно-східних та східних вітрів (за силою та відсотком повторюваності), що утворюються внаслідок баричного градієнту між Сибірським циклоном та антициклонічною діяльністю на півдні Чорного моря. Швидкість вітру в прибережних зонах Чорного та Азовського морів має виражений річний хід з максимумом вітрової активності в холодні періоди року й мінімумом у літні. [32]

2.4 Умови гідрологічного середовища

Слід згадати також про ті особливості гідрологічного режиму узбережжя Чорного моря на виділеній ділянці, які є достатньо істотними для розвитку узбережжя між косами Тендра та Джарилгач. Сюди входять, перш за все, процеси руху води та зміни рівню моря. [31]

Ще в 1891 р видатним вченим-морезнавцем, віце-адміралом російського флоту С. О. Макаровим були досліджені Чорноморські течії. В наслідок цих досліджень було виявлено, що прісні води Чорного моря течуть в Мармурове море лише в поверхневому шарі, а нижній шар морських вод у самого дна, навпаки переносить потоки солоних вод з Мармурового моря. Такого висновку дослідники дійшли шляхом занурення, частково заповненої камінням, бочки на морське дно поблизу Босфорської протоки, бочка заповнилась солоною водою та будучи захопленою донними течіями спрямувалась проти руху течії поверхневих вод в сторону Чорного моря. Це відбувається саме тому, що солоніша вода має більшу питому вагу, ніж прісна. Тому більш важка вода Мармурового моря, прагнучи проникнути в Чорне море, опускається на дно глибоководної улоговини і дуже погано змішується з поверхневою опріснення водою. Там, де перемішування не відбувається, вода може, «зіпсуватись». Весь рік в поверхневих шарах води відбувається народження і відмирання дрібних організмів. Залишки відмерших організмів досягають дна, і від гниття органічних речовин утворюється газо- сірководень, який і застоюється в нижніх шарах. Кордон забрудненого сірководнем шару в Чорному морі лежить на глибині близько 200 м. [31]

Як відомо, в океанах і широко з'єднаних з ними морях існують такі явища як приливи. Це періодичні підйоми і спади рівня вод, причиною

яких є сила тяжіння Місяця і Сонця. Однак уже в Середземному морі припливи практично не відчутні. Через Гібралтар вода з океану пройти не встигає. А площа моря не достатньо велика, і висота його власних приливів ледве перевищує декілька сантиметрів. Оскільки Чорне море розташоване на більшій відстані від океану ніж Середземне, а тому саме явище регулярних приливів і відливів відсутні. [29]

Для нас істотними є лише два види коливань рівня - сезонні і згінно-нагінні. Навесні річки вливають в море величезні об'єми прісної води і рівень моря підвищується. Влітку і восени, коли паводки давно минули, вода поступово зливається через протоку в Мармурове море і, крім того, сильно випаровується. Тому рівень Чорного моря до осені стає нижче і мінімуму досягає в кінці зими. В середньому амплітуда сезонних змін рівня становить близько половини метра. [11]

Згінно-нагінні явища проявляються в мілководних ділянках моря при дії вітрів. Якщо вітер дме з моря, він наганяє воду до берега, і рівень підвищується. Берегові вітри, навпаки, зганяють воду в море, і рівень падає. Найсильніше ці коливання відбуваються в затоках, що мають воронкоподібні обриси. Амплітуди згінно-нагінних явищ можуть бути доволі значними. [31]

Крім змін рівня, пов'язаних з сучасним режимом моря, існують ще й вікові зміни, що мають велике значення для динаміки берегів. У всіх портах Чорномор'я встановлені так звані футштоки, і спостереження за рівнем моря ведеться по ним вже багато десятиліть. Ці дані свідчать про незмінне підвищення рівня моря з середньою швидкістю від 20 до 50 см в сторіччя. [11]

Для динаміки берегів важливою складовою також є така особливість моря, як льодовий режим. Наприклад у Чорному морі замерзає щорічно тільки його північно-західна частина, особливо ділянки заток північного причорномор'я та його притоки, іноді зледеніння спостерігається навіть на великих річках, але в не значній мірі. [11]

Важливою зовнішньою умовою при дослідженні берегів вважається температура води. Майже півроку (з кінця травня по жовтень) біля берегів північного причорномор'я тримаються температури більше 16 °, а влітку, інколи вода прогрівається і до 25. Тому дослідження берегових ділянок є доволі простим, на відміну від більш північних морів. [12; 31]

Щодо розвитку згінно-нагінних коливань рівня Чорного моря, то на них впливають фізико-географічні умови басейну, а саме достатньо велика площа (422 тис км²) й середня глибина (1240 м), а також досит висока штормова активність (середнє число днів зі штормовими вітрами становить приблизно 34-35). Нагони бувають досить великими й можуть сягати 3 м. [12]

В межах акваторії Чорного моря можуть спостерігатися одновузлові, двухвузлові та багатовузлові (до 5 вузлів) сейші (коливання всієї маси води відносно центру водойми). У всіх пунктах спостерігаються сейші з періодом 5-10 хвилин (Хорлах можуть спостерігатися сейші з періодом більше однієї години). Повторюваність сейшів з різними періодами та розмахами впродовж року є неоднаковою. Сейші з розмахом 5-10 см спостерігаються рівномірно впродовж року. Їх повторюваність сягає до 10-15 діб. Сейші з розмахом 10 см - більш рідке явище. За даними з самописців рівня моря за 10 років відбулося

приблизно 40 подібних випадків. Максимальні розмахи в межах досліджуваної території сягали 35-55 см. [12]

На величину згінно-нагінних коливань в межах досліджуваної території безпосередньо впливають вітри, тому для прикладу можна розглянути вітри з середньою швидкістю 10-15 м/с. [12]

При першому типі області вітрового потоку, що спричинений південними циклоном з тенденцією переміщення на північ, при якому домінують східні, північно-східні та північні вітрові потоки, простежуються досить великі згони в найближчих пунктах спостереження. Так при північних вітрах величина згону в Очакові сягає 86 см, нагон не перевищує 5-7 см, а в межах Хорлів згони становлять 81 см й нагони - 91 см. [12; 31]

При другому типі області вітрових потоків, які розвиваються внаслідок активної циклонічної діяльності над Балтійським морем, домінують південно-західні, рідше південні та південно-східні вітри. При вітрах, утворених цими циклонами, в Очакові нагони сягають 29 см, згони - 57 см. В Хорлах, при цих умовах нагони мають такий показник - 77 см, згони - 92 см. [11; 12]

До третього типу області вітрових потоків відносяться північні циклони, що утворені над європейськими країнами СНД, й призводять до утворення північно-західних та західних вітрів. При них в межах Хорлів утворюються нагони до 87 см, згони ж становлять 95 см. В Очакові ж відбувається тільки нагони, які становлять приблизно 20 см. [12]

Циклони, що приходять з південно-західних районів Західної Європи й призводять до утворення південно-східних вітрів, внаслідок взаємодії з антициклоном у Казахстані призводять до значних коливань рівня моря. В межах Очакова нагони становлять 77 см, а згони - 69 см. В Хорлах нагони мають величину 79 см, а згони - 60 см. В цій вітровій області різниця показників згінно-нагінних коливань є найменшою. [12]

Слід також зауважити, що досліджувана нами система Тендра-Джарилгач не знаходиться в межах заток, як гідрометеостанції в Очакові та Хорлах показники яких ми змушені використовувати оскільки ці станції є найближчими до досліджуваної нами ділянки. Тому показники згінно-нагінних явищ на цій ділянці можуть відрізнятися й бути більшими, оскільки рух вод має більший вплив на прибережну ділянку, що напрями прилягає до моря. [12]

Розділ 3. Аналіз історії проведення робіт по відновленню берегової зони Тендра-Джарилгач та заходи по її збереженню.

3.1 Історія та причини створення берегозахисного комплексу в СМТ Залізний порт. Особливості експлуатації конструкцій бунного типу.

Берегозахисні системи в Україні почали зводити ще за радянських часів у першій половині двадцятого сторіччя. Причиною їх створення був захист від водної ерозії важливих ділянок або об'єктів. Наприклад захист приморських автомобільних доріг, залізничних шляхів, систем електропостачання, населених пунктів, портів і тому подібне.

Для того щоб докладніше розібратись у побудові берегозахисних споруд у СМТ Залізний порт слід звернутись до історії створення цього населеного пункту:

Селище було засноване ще у 1922 році поблизу стометрового залізного пірсу котрий слугував причалом для невеликих суден котрі завантажувались зерном та рибою. Але в наслідок сильної штормової активності і стрімкої водної ерозії цей пірс був поглинений морем, котре поступово поглинало прибережні території. І хоч пірс поглинуло море, населений пункт залишився там де і був.

Для захисту навколишніх територій від водної ерозії були зведені берегозахисні конструкції бунного типу. У таких конструкцій є певні особливості у будівництві не дотримання яких може не просто не зменшити швидкість водної ерозії а навпаки її збільшити:

Основною і вихідною величиною при будівництві бун є їх довжина. Для визначення абсолютної довжини бун в умовах мілкового піщаного узбережжя враховують, що найбільш доцільно зводити буни до глибин

порядку діох метрів, в основному, через труднощі створення на великих глибинах економічних і досить витривалих конструкцій. Піщані береги є більш рухомими, ніж галькові. Зміни режиму потоку наносів на одній ділянці берега швидко відображаються на суміжних ділянках вниз по ходу потоку на досить далеких відстанях. [16]

Тому однією з основних вимог берегоукріплення на піщаних берегах є облік балансу наносів в потоці. Облік в першу чергу відноситься до визначення довжини бун. Доволі тривалий час питанню про облік балансу наносів в потоці практично майже не приділялося уваги. Наслідком цього є часті розмиви берега, що були викликані зведенням бун або інших берегозахисних споруд на суміжних ділянках котрі до того були стабільними. [17]

Приблизний облік балансу піщаних наносів при визначенні вихідного розміру (абсолютної довжини бун) в умовах піщаного берега можна визначити шляхом розстановки певної кубатури на місці зведення бун у підводній і надводній частині. За допомогою цієї кубатури можна буде зафіксувати кількість уламкового матеріалу котрий переноситься водним потоком і відкладається на ділянці зведення майбутнього укріплення. Маючи дані про приблизну кількість уламкового матеріалу, що переноситься вздовжбереговим потоком наносів, ми можемо визначити цю кількість за рік а потім помножити на ту кількість років, яку, теоретично, мають профункціонувати буни. Маючи діаграми розподілу часток за профілем інтенсивності переміщення наносів, можемо вивести з берегової ділянки потрібну частку площі і отримати таким чином довжину бун, необхідну для здійснення запланованої інтенсивності пляженакопичення. [17]

По нижчерозташованій неукріпленій ділянці берега необхідно встановити, який обсяг наносів в рік або яку частку потужності потоку можна вилучити без відчутної шкоди для збереження берега на неукріпленій ділянці. Якщо такого резерву немає, при зміцненні берега з потоку нічого вилучати не можна. В такому випадку стабілізація берега на зміцненій ділянці можлива лише в порядку переформування берега за рахунок місцевого перерозподілу мас на межбунних ділянках (місцевий розмив і акумуляція) або ж заповнення міжбунних ділянок привізним ґрунтом (по методам, застосованим в США). [17; 20; 21]

Погоджуючи вимоги стабільності нижнього неукріпленого берега і темп виробки запроектованого положення рівноваги на зміцненій ділянці, можна встановити річний обсяг вилучення наносів з потоку і визначити відповідну цьому об'єму довжину бун. [20]

Спосіб цей, однак, також містить ряд умовностей. Слід враховувати, що діаграма інтенсивності переміщення наносів, складена для звичайного режиму берега, спотворюється пристроєм бун. Найбільші відхилення викликають суцільні гладкостінні буни, що дають найбільш потужний струмінь відтоку. Відтік вихоплює частину перехвачених наносів назад в вільну частину транзитного потоку. Правда, це відхилення розрахункових припущень по балансу частково знижується за рахунок повторного обміну масами води (разом з тим і наносами) між транзитного потоку і міжбунними ділянками на всьому шляху групи бун. [20]

Найменше відхилення звичайного режиму (відображеного діаграмою) отримується при наскрізних бунах, коли більша або менша частина перехопленого бунами потоку наносів перемещаетея по самій

зоні бун без відхилення в море, проходячи крізь конструкції з ділянки на ділянку. [21]

В умовах берегів з піщаними наносами наносозатримуючі буни застосовуються з найбільшим успіхом на транзитних ділянках руху наносів, де розмиви порівняно невеликі. [21]

В інших умовах, наприклад, на остродефіцитних ділянках, де в основному переважає не транзит наносів, а відбувається суцільний розмив дна по всій активній зоні, довжина бун визначається інакше. Розмив доходить до глибини близько 10 м, але практичною базою абразії можна вважати 6 - 8 м глибини. Змитий пісок зазвичай переноситься уздовж берега, а частково і в глиб моря. Наносостримуючі (звичайні буни), як правило, зводять не далі ніж на двох-трьохметрових глибинах в залежності від ухилу. Такі закладені по мілководдю буни не можуть захищати дно на нижніх зонах розмитого схилу, і профіль в наслідок розмиву зміщується до берега, зберігаючи майже повну паралельність. Щоб в подібному випадку укріпити берег бунами, необхідно довести їх до практично не розмиваємих глибин (6-8 м). Зазвичай це досягається прибудовою подводних (донних) бун. Довжина таких бун визначається по ширині розмитого схилу, відстані між такими днозахисними бунами дорівнює їх довжині (що суттєво відрізняється від звичайних бун відстань між якими складає суму 3-5 їх довжин). [16; 17]

В ході будівництва і експлуатації необхідно стежити за змінами берега, що викликані будівництвом бун. Іноді слід міняти основні розміри бун, враховуючи отриманий ефект по пляженакопиченню. Зміна довжини бун досягається шляхом нарощування конструкції в

довжину (або ж розбиранням головної ділянки). Зміна відстані між бунами досягається пристроєм проміжних бун. [17]

З цією метою буни першої черги будуються на повну розраховану довжину і на максимальних відстанях, наприклад, рівних триразовій довжині. Розрахункова довжина бун повинна забезпечувати передбачуваний темп пляженакопичення. Якщо при цьому утворюється занадто нерівномірний хід лінії урізу, то будуються проміжні буни з меншою довжиною. Зкорочення бун не впливають на обсяг вилучення наносів з потоку (не порушують розрахований баланс), але дають перерозподіл наносів по міжбунній ділянці таким чином, що збільшується мінімальна ширина накопичення пляжу і урізаються піки виступів урізу близько бун. Такий прийом будівництва застосовували в як в Радянському Союзі так і на заході, яскравим прикладом слугують берегозахисні буни Фрисландських островів в Німеччині. [16]

Перехоплення наносів з потоку залежить не тільки від довжини бун, а й від їх конструкції (наскрізності) і висоти, а також від напрямлення по відношенню до лінії берега. [16]

Піщані наноси переміщаються течіями різного характеру. Розбитою хвилею в міжбунний простір по мілководдю нагоняються великі маси води. Якщо повздовжньою косою відтік нагона попереджувється практично суцільними бунами, то маси води стікають в море уздовж бун у вигляді потужного концентрованого потоку, размиваючи дно і захоплюючи пісок за межі міжбунного простору. Щоб зменшити шкідливий вплив, корисно надати конструкції бун вираховану наскрізність і будувати їх низьководними, затоплюваними при штормових нагонах. [16; 17]

На безливних морях відмітка гребеня буни зазвичай приймається близько 0,5-0,7 м над ординаром. На морях з приливно-відливними коливаннями відмітка гребеня бун береться над середнім рівнем малої води, щоб проводити будівництво при відливах насухо, але нижче середнього рівня високої води, щоб за період припливу течія могло вільно переливатися через буни, сприяючи замуленню затоплюваної низини осушки. [16; 20; 21]

У безливних умовах наскрізність бун найкраще сприяє заповненню міжбунних проміжків. При мдрібнозернистих пісках можна рекомендувати наскрізність конструкції бун в межах від 20 до 50%. Більш ажурні буни дають менший ефект із затримання наносів, а більш щільні конструкції створюють потужний відтік в море уздовж буни з размивом дна і виносом піску. [20; 21]

Ефективність бун залежить також від їх направлення по відношенню до лінії берега. По досвіду А.М. Жданова найліпший ефект дають буни, котрі нахилені під кутом 75-80 ° вниз по ходу потоку наносів. Однак косо направлені буни при набіганні бурунів створюють усилений размив дна і берега в тупому куті. Особливо різкий характерцей размив отримує, якщо тупий кут виявляється з підвітряної сторони, тобто, якщо буна нахилена під гострим кутом вгору по ходу потоку (вірніше - вгору по напрямку підходу хвилювання, що діє в конкретному випадку). Так як напрям морського хвилювання змінюється в різні боки від нормалі навіть за один шторм, то немає можливості визначити, з якого боку будуть підходити хвилі. Як зазначалося вище, буни слід розраховувати на фактичний вплив, а не на вплив результативних величин, котрі насправді можуть навіть не спостерігатися. [16; 20]

У зв'язку з вищеперерахованим на піщаних берегах буни найліпше зводити під прямим кутом до лінії берегу з детально прорахованими показниками котрі в подальшому допоможуть визначити найліпшу форму та розміри берегозахисних бун і забезпечити їх тривале та продуктивне функціонування. [21]

3.2 Формування штучних пляжів у береговій зоні Тендра-Джарилгач

Формування штучних пляжів у береговій зоні Тендра-Джарилгач відбувається шляхом відкладення уламкового матеріалу котрий надходить з вздовжберегових потоків наносів. [15]

Вздовжбереговий потік наносів – це середньобагатолітня алгебраїчна сума двосторонніх міграцій наносів, що переміщуються по пляжу та підводному схилу під дією хвиль та хвильових течій за природну одиницю часу – приведена за рік. [15]

Наноси у вздовжбереговому потоці формуються із вихідного осадкового матеріалу, котрий надходить з різних джерел (абразійних, річкових, еолових, біогенних і тому подібне). В береговій зоні цей матеріал знаходить абсолютно інакші фаціальні умови літогенезу: за участю морської води, напруженого хвилево-енергетичного поля, різнонапрявленого руху води, значною розчленованістю берегової лінії та ізобат. Отже, через прибережну морську диференціацію він перетворюється на прибережні морські наноси, з відповідними гідравлічними характеристиками. Це відносно крупні зерна, котрі керуються не швидкостями течії, а імпульсами хвильового тиску в природному горизонті води. Тому вони розподіляються переважно

хвилями, при тму в такій частині підводного схтлу, котра розташовується між нейтральною зоною і пляжем: прямі швидкості просувають їх в сторону берегу, негативні – в бік моря. [15; 19]

Глибше нейтральної зони панують компенсаційні природні течії, котрі видаляють найдрібніші фракції наносів у відкрите море. Вище нейтральної лінії наноси масово рухаються в сторону берегу, тобто вверх по схилу під дією позитивних імпульсів хвильової діяльності в верхівці хвилі. При проходженні улоговини хвилі наноси хвильового поля зсуваються вниз по схилу. Але оскільки позитивні імпульси домінують, то результатом є поступове переміщення наносів у сторону берегу. Це свідчить також про те, що рух наносів може бути не рівномірним як до берегу так і від берегу. Водночас і вздовж узбережжя рух наносів не є постійним і може діяти як в одному так і в протилежному напрямках. [19]

У берегознавстві доведено, що прибережно-морські наноси «хвильового поля» не однорідно розподіляються вздовж вирівняного і ввігнутого берегу. На ділянці Тендра-Джарилгач ми маємо справу із вирівняним типом узбережжя, саме розподіл наносів вздовж вирівняного берегу визначається енергетичним потенціалом берегової зони на різних ділянках, гранулометричним складом вихідного уламкового матеріалу на різних ділянках, напрямом вздовжберегових потоків наносів. [19]

Оскільки було з'ясовано, яке саме живлення отримуютьприбережні території в межах територій між Тендрівською та Джарилгацькою косою можна дійти висновку, що штучні пляжі котрі формуються при безпосередньому впливі берегозахисних споруд бунного та молowego типів утворюються переважно з дрібного уламкового матеріалу котрий

надходить з підводного схилу котрий розмивається течіями котрі йдуть перпендикулярно до берегової лінії і потім розходяться паралельно до берегової лінії у напрямку кіс. Проте спостерігається доволі цікава тенденція при якій щорічно поверхня моря підіймається в середньому на 20-50 сантиметрів і навіть не зважаючи на те що під час згінно-нагінних явищ відкладення наносі переважає руйнування берегової лінії, море продовжує невпинно наступати. При цьому сам пляж формується за рахунок накопичення вздовжберегових наносів у міжбунних проміжках. [19; 33]

Розподіл відкладень у міжбунному просторі не визначається лише безпосереднім впливом хвиль, як на приглубих галькових берегах. Штормова течія, яка може досягти декількох метрів в секунду, подібно річковому потоку прагне створити в міжбунному просторі вир з вертикальною віссю. Ступінь заповнення виром цього простору залежить від відносної величини відстані між бунами і їх активної довжини. Уздовж урізу струмені такої внхрової течії рухаються в зворотньому напрямку в порівнянні з головною прибережною течією що йде за межами бун. Внаслідок цього наноси в міжбунному проміжку переміщуються до «навітряного» буну, заповнюючи внутрішній кут з боку міжбунного проміжку (з підвітряного боку буни). [19; 33]

Одночасно на дно діє і хвилювання, проникаюче в міжбунний простір, породжуючи там локальний потік води, переміщаючи наноси до «підвітряного» буну, і заповнюючи інший вхідний кут. Від співвідношення цих факторів залежить переважання акумуляції в тому або іншому вхідному куті на міжбунній ділянці. Таким чином, в ході розвитку цього процесу утворюється увігнута в сторону моря лінія урізу:

при слабкій акумуляції уріз відступає до берега в серединній частині міжбунної ділянки. Правильно визначити основні розміри системи бун - значить досягти якомога більшої симетрії в формі лінії урізу на міжбунних ділянках. [19]

При збільшенні міжбунної відстані зростає вплив хвилювання, і наноси все більше накопичуються на низовому по напрямку ходу потоку наприкінці міжбунного проміжку. З лабораторних досліджень Б. Кресснера оптимальна форма лінії урізу при одночасній дії хвилювання і течії досягається при міжбунній відстані, рівному триразовій довжині буна. При відстані між бунами, рівному їх п'ятикратній довжині, лінія урізу за даними тих же дослідів стає несиметричною. Хвилювання наганяє головну масу наносів в низовий кут міжбунного проміжку, серединна частина ділянки оголюється і там може навіть виникнути размив пляжу. [23]

Останнє не обумовлюється чисто геометричним співвідношенням головних розмірів бун, а залежить також від співвідношення інтенсивності хвилювання і течії. При косому штормовому хвилюванні повинні розвиватися сильні течії вздовж берега, які породжують мпотужний вир в міжбунном просторі. Переміщення наносів під безпосереднім впливом косоного хвилювання також є вельми потужним. [15; 19]

У міру наближення напрямлення (променя) хвиль до нормалі повинна слабшати як сила течії, так і хвильове переміщення наносів уздовж берега. Отже, напрямок зміни обох протилежно діючих чинників, які формують відкладення наносів в міжбунном просторі, однакове. Проте це не означає того, що равні за знаком зміни обох

факторів равні і за своєю величиною (відносною). Тут особливий вплив зумовлює ухил дна. На більш мілиних узбережжях поздовжніх відтік нагінних водяних мас відносно сильніше, ніж на більш глибоких берегах, а ефект хвилювання в прибережній смузі, де розташовуються буни, навпаки, слабкіше при менших ухилах. [19; 17]

У зв'язку з вищевказаним при проведенні лабораторних дослідів особливої важливості набуває правильна оцінка натуральної обстановки і правильне відтворення при моделюванні. Тому при використанні результатів лабораторних дослідів завжди слід запевнитись, наскільки обстановка, покладена в основу дослідів, відповідає природним умовам району для якого необхідно використовувати результати лабораторних дослідів. [19;20]

При визначенні головних розмірів бун потрібно враховувати і крупність наносів. При визначенні відстані між бунами необхідно враховувати не тільки крупність, але і різнозернистість наносного матеріалу. При різнозернистому ґрунті дрібні частинки заповнюють проміжки між крупними зернами, даючи більш щільну і менш шорстку поверхню, ніж при однорідному ґрунті такої ж середньої крупності. Щільність різнозернистого ґрунту важче піддається впливу хвиль і течій, тому в цьому випадку можна допустити відносно великі міжбунні відстані, ніж при однорідних ґрунтах. [19; 20; 33]

В умовах мілин на піщаних берегах так само, як на глибинних галечних берегах, немає жодної підстави вводити в розрахунок при визначенні основних розмірів бун якась «результативна дія хвилювання», розуміючи під цим є сукупність дії хвилювання з усіх активних румбів. Замість цього в практиці зміцнення піщаних берегів

треба орієнтуватися на найбільш не вигідну дію фактично трапляючихся випадків штормового хвилювання. При цьому, зрозуміло, повинні враховуватись також впливи нагінних рівнів. [18; 19]

Одінакові за знаком зміни протилежно діючих факторів хвилювань і течій при зміні кута підходу хвиль сприяють відомій інертності в комплексному прояві цих змін. Тому оптимальне співвідношення довжини і відстані бун в обмеженому, але досить широкому діапазоні гідрологічних умов узбережжя зберігає своє значення, мало залежне від мінливості короткоперіодичних проявів хвильової активності. [16]

Між фронтом набігаючих хвиль і лінією берега на мілинах піщаних узбережжь немає такої погоджуваності в плановому зображенні, яке має місце на глибинних берегах. Фронт хвиль, близький до прямої лінії на вході в міжбунний простір, зазнає в цьому просторі сильну перебудову в ході рефракції і дифракції, обумовлену в значній мірі наявністю самих бун. [19]

Враховуючи зазначену вище «інертність», тобто відому за повільність процесів переформування піщаного берега, мабуть, для визначення умов зміни у мілководній прибережній зоні на ділянках, закріплених бунами, «розрахунковою» ситуацією повинні бути не окремі шторми, а сумарні сезонні прояви штормової активності. [19; 18]

За останню характеристику пропонується приймати сумарну дію вітрів і хвилювань з панівного квадранта. Внаслідок складних і неявних залежностей між різноманітними факторами і різноманітними ефектами що вони викликають переформування показників на даній стадії вивченості питання виявлення кількісних розрахункових показників для

визначення головних розмірів виявляються занадто складними тому для визначення основних розмірів зміцнення за допомогою бун повинні застосовуватися експериментальні методи на натурі і в лабораторіях і даних практики укріплювальних робіт, виготовлених в аналогічних умовах. Як приклад схожих лабораторних робіт можна вказати на роботи Кресснера. [15; 16]

Досліди Кресснера, що проводилися в тридцятих роках відповідали умовам тієї частини Балтійського узбережжя, які тепер входять до складу Калінінградської області, і проявились при паралельних спостереженнях над хвилюванням і течіями на натурі. Цей район берега Балтійського моря характеризується циклічним характером вітрів з великою мінливістю по силі і напрямку. Висота штормової хвилі в відкритому морі досягає 5,0-6,0 м, крутизна хвиль в середньому: 15 - 1: 25. Середні відхили рухомий полоси берегової зони від 1: 50 до 1: 80; в приурізівій смузі відхили більш крупні. Потужність потоку - кілька сот тисяч кубічних метрів на рік. Потік не насичений дрібним піском, а іноді і середньозернистим. [17; 19]

Лабораторні досліди Кресснера базуються на практиці будівництва і експлуатації великої кількості бун на польському узбережжі і в Калінінградській області. За дослідями Кресснера оптимальною відстанню між бунами при одночасній дії тиску і течій є триразова їх довжина. При цьому враховується лише активна (а не загальнобудівельна) довжина бун, беручи від урізу в море, на стадії, коли уріз висунули на проектне нарощування берега (для відновлення розмиву або для ширини пляжу). [17; 19]

Така «належна» або експлуатаційна довжина бун для конкретних випадків може бути встановлена і перевірена в натурі на місці утвореній після побудови бун рівновазі берега. Район Зеленогорстка Калінінградської області буни мали настільки сильний ефект по насиченню пляжів, що «на стадії рівноваги» їх довжина становили лише 1/5 частину від їх загальної довжини). Креснер це пояснює дуже великою потужністю потоку наносів. Таким чином, в умовах піщаних берегів потужність потоку, мабуть, повинна бути одним з основних факторів, що впливають на визначення головних розмірів бун. [17; 19]

Однак до критерію про пряму залежність ефективності бун від потужності потоку необхідно підходити обережно, тому що є інші данні, котрі таку пряму залежність не підтверджують. Швидше за все ефект бун в даному випадку слід пояснити зниженням ємності потоку наносів на ділянці Зеленогорстка через розворот берегової лінії, що гальмує транзит наносів. В цілому з трактуваннями Креснера, що стосуються роботи морських бун, слід погодитись. Дискусійною в його роботі є лише принципова характеристика впливу хвилювання на дно, але практично це не відбивається на результатах проведеного їм моделювання роботи наносостримуючих бун. [17; 19]

3.3 Способи штучного відновлення пляжів на берегах з піщаними наносами

Ці способи принципово відмізняються від тих, що використовуються при укріпленні галькових берегів. Переміщення гальки на берегах з гальковими наносами відбувається під дією хвилювання. Галька тут рухається в основному біля поверхні пляжу і його підводного схилу. [19]

На берегах з піщаними наносами, крім рухів до поверхні пляжу і в придонній зоні, відбуваються масові переміщення піску в підвішеному стані. Пісок переноситься не тільки при природному хвилюванні води, але і штормовими течіями, вщо утворюються в прибережній зоні. [19]

У мілин піщаних берегів штормові течії досягають більшої потужності, захоплюючи великі об'єми піску. На відкритих берегах з піщаними наносами транспортування піску в підвішеному стані має домінуюче значення і визначає особливість зміни берега. Природно, що до вирішення завдань зміцнення піщаних берегів доводиться підходити з абсолютно відмінних позицій, ніж в рситуації з гальковими берегвами. [15; 19]

На берегах з гальковими наносами галька перекачується хвилями у поверхні пляжу і ніколи не транспортується штормовими течіями в підвішеному стані, тому тут буни повного профілю можуть утримувати певну її кількість. 15; 19]

На піщаних берегах при штормах виникають потужні циркуляції води, під дією котрих матеріал пляжу може виноситись з міжбунних проміжків в підвішеному стані. Поперечні перешкоди не можуть завадити такому переміщенню. [41; 44]

Дія морських бун тут багато в чому подібна до дії річкових бун, призначених для утримання піску, що транспортується течією. Тому їх необхідно будувати так, щоб течії не вимивали пісок з міжбунних проміжків. У зв'язку з цим важливе значення має поступове відходження буни від берегу, що в свою чергу захистить берег від штормових течій. [41; 42; 45]

Часто рекомендується косе розташування бун в плані відведення головного кінця «вниз» за течією, застосування Г-педібних (запропоновано Пер Бруном в Данії) і криволінійних обрисів бун, бун з розгалудженням (запропоновано проф. Рів'єром у Франції) і наскрізних конструкцій. [45]

Після завершення будівництва бун або хвилеломів режим штормових течій на піщаному морському березі може істотно змінитися, Зокрема, у звичайних бун суцільних конструкцій можуть виникати потужні протитечії, що навпаки будуть витягувати пісок в сторону моря. [41; 45]

Будь-яка система споруд, зведених для затримання піщаних наносів, не повинна створювати втечі і протитечій, а також різко відхиляти і відкидати від берега штормові течії, що транспортують пісок уздовж берега. Це має бути перевірено гідротехнічним моделюванням в хвильовому басейні. [45]

У випадках інтенсивного викрадення піску штормовими течіями можуть бути застосування замкнуті відсіки, утворені лінією хвилерізу з надводним гребенем і системою примикаючих до нього траверсів. [45]

Спосіб замкнутих відсіків застосовується до сих пір і при звичайного активного захисту берега (тобто без застосування штучного заповнення), коли за допомогою хвилеломів і траверсів створюється замкнене «тиховоддя», в якому осідає пісок, котрий надходив через хвилелом в підвішеному стані. Конструкції такого типу успішно застосовуються, наприклад, на мілинах піщаних узбережжях Франції. [42]

За останній час штучне відновлення профілів піщаних пляжів шляхом виробництва рефулерних відсипок отримало широке поширення в зарубіжній практиці (особливо в США). Спосіб штучного відновлення піщаного пляжу повинен забезпечувати таку сталість його об'єму, при якому втрати піску відшкодовуються наступним його поповненням. Таким чином, на березі штучно створюється рухома піщана стрічка, поповнення якої проводиться періодично, у міру необхідності. Для цього потрібна велика кількість піску. [44]

Спосіб «рухомої стрічки» застосовувався не тільки при наявності на березі споруд, що затримують пісок, але навіть без усіляких подібних споруд, для чого вони не були потрібні, однак, доводилось відновлювати насип. Метод «рухомої стрічки» широко застосовується в зарубіжній практиці. В Україні цей спосіб застосовувався в 1958 р трестом «Чорномортехфлот» при відновленні розмитого пересипу у порту Сухий Лиман на Чорному морі. [41]

Слід зауважити, що за кордоном в ряді випадків утворення штучних піщаних пляжів здійснювалося у зв'язку з розчищенням судохідних фарватерів, наприклад:

а) на пляж Палмбіч у Флорида в 1948 р відрефульовано близько 1,5 млн. м³ піску з перспективою подальшого поповнення через кожні 5-7 років;

б) на пляжі в Ель-Сегундо в Каліфорнії відсипано 1 млн. м³ піску;

в) на пляжі Зерфсайдбіч в Каліфорнії (США) проводиться штучна засипка піску по 750 тис. м³ через кожні п'ять років рефулерним наливом піску виробляють або разовими відсипами нетривалого

насичення. В останньому випадку першочергово зміцнюються ділянки при наявності значних двосторонніх міграцій в декількох точках пляжу відсипається «живить пляж», котрий згодом поступово розмивається хвилюванням, створюючи живить потік наносів на ділянках зміцненої зони. Відомі випадки зміцнення таким способом ділянок до 10- 15 км. [19; 45]

Зарубіжна практика штучного рефілювання піщаних пляжів показує, однак, що в ряді випадків рефульовані відсипи дуже бшвидко розмивались хвилюванням, після чого вже використовувались звичайні насипи що утримувались бунами. Наприклад, коли після відсипу 500тис. м3 піску в районі Атлантик Сіті виявився швидкий розмив пляжу, там були терміново побудовані буни. Комбіований метод побудови бун з подальшим рефулерним заповненням міжбунних проміжків піском слід визнати більш надійним рішенням завдання штучного утворення пляжної полоси. [19; 44]

У 1949 р таким методом була зроблена відсипка пляжу в районі Лонг-Айленд на Атлантичному узбережжі США (700 тис. м3). Відновлення розмитих пляжевих ліній(1 млн. м3) вироблено на острові Нордерней у Північному морі. У 1955 р відновлені піщані пляжі, закріплені бунами, в Дурбані (Південна Африка), де обсяг штучної відсипки становив близько 3,5 млн. м3. [19]

Штучне живлення піщаного берега, укріпленого бунами, знайшло широке астосування в радянській Україні, де широко застосовувались потужні рефулерні земснаряди. [19]

Розділ 4. Сучасні реалії берегозахисту

4.1 Сучасний стан бун у СМТ Залізний Порт

Спочатку освоєння прибережної смуги в межах СМТ Залізний Порт здійснювалось з метою захисту населеного пункту від водної ерозії та створення рекреаційної зони на основі вже існуючого населеного пункту. В результаті будівництва прибережних берегозахисних споруд бунного типу вздовжбереговий потік наносів не зазнав суттєвих втрат. Завдяки детальним прорахункам, котрі здійснювались при будівництві бун, місцевість в районі СМТ Залізний Порт та нижче по руху вздовжберегової течії не постраждала від надмірної водної ерозії. Оскільки був збережений баланс у кількості уламкового матеріалу котрий затримувався бунами і котрий транспортувався вниз вздовжбереговим потоком наносів. [Додаток Е]

Буни були відмінними берегозахисними спорудами, але навіть вони не могли довго протистояти безперервному потоку хвиль. Тому було прийняте рішення по їх укріпленню шляхом нагромадження валунів у тих ділянках котрі найбільше страждали від хвильового процесу. Таким чином було зменшено вплив хвиль на стан берегозахисних бун, оскільки ударна сила хвиль гасилась завдяки валунам і не завдавала збитків самим бунам. [Додаток Е]

На даний момент існуюча система гідротехнічних споруд СМТ Залізний Порт має цілий ряд негативних з сучасної точки зору факторів:

а) лінійні буни поділяють пляжну смугу і являють собою громісткі споруди котрі сильно виділяються на фоні морського узбережжя і створюють гнітючу атмосферу у доволі популярному місці рекреації.

б) неконтрольована доступність рекреантів на буни може привести до тяжких поранень або навіть загибелі людей, але припинити можливість проходу на буни неможливо;

в) конструкція існуючих бун призводить до концентрації хвилювання в кореневій частині бун за рахунок взаємодії хвилі з плоскою вертикальною бічною поверхнею буни (збільшення розмірів хвилі за рахунок об'єднання відбитої води та хвилі, що надходить до буни), що може привести до травматизму рекреантів і сприяє постійному переносу пляжного матеріалу через високу кореневу частину бун в сусідній відсік і на набережну під час штормів;

г) буни в межах території СМТ Залізний Порт експлуатуються вже доволі тривалий час і скоро постане момент з питання або їх нагального оновлення, або їх нагального демонтажу та переобладнання берегозахисних систем на новий лад.

Таким чином можна дійти висновку, що питання по реставрації або модернізації берегозахисних укріплень активного типу в межах СМТ Залізний Порт може стати доволі проблемним через умовних десять років, оскільки самі буни вже на даний момент знаходяться у доволі не задовільному стані. [Додаток Е]

4.2 Сучасні методи і технології берегозахисту

Крім лінійної схеми берегозахисту і формування пляжів і штучних територій, які були популярними в минулому сторіччі, зараз, існують інші рішення, які були відпрацьовані на гідравлічних моделях і які знайшли широке застосування за кордоном - бухтові акумулятивні форми, які є аналогами природних. Існують два види таких бухт:

а) закриті бухти, у яких внутрішня акваторія з'єднана з морем вузькою протокою, що забезпечує максимальний захист берега внутрішньої акваторії від хвильового впливу.

б) відкриті бухти, акваторія яких не відокремлена від моря, а обмежуючі бухту миси виконують подвійну функцію - виключають можливість віднесення пляжеутворюючого матеріалу і викликають трансформацію надходячих хвиль, змінюючи кут їх підходу до пляжу і забезпечуючи саморегулювання і динамічну стійкість пляжу по всьому периметру бухти. [46; 51; додаток Є]

Різні способи «природного» захисту морських берегів у останні десятиліття досить широко розповсюдились по світу. Переривчасте кріплення морських берегів почало впроваджуватися в Іспанії, Франції та Італії ще в середині 60-х років. [9; додаток Є, Ж]

Ефективність переривчатих хвилеломів визначається їх здатністю знижувати енергію хвиль у просторі за хвилеломом. В результаті цього, між берегом і берегозахисною спорудою створюються хвильова тінь і відбувається акумуляція наносів. В одному випадку утворюється виступ або салієнт, а в разі з'єднання акумулятивної форми з берегом - своєрідна перейма або томболо. Використання переривчастих хвилеломів дозволяє домогтися позитивного ефекту в стабілізації пляжів на протяжних ділянках. [9; додаток Є, Ж]

Аналогічні принципи захисту берега реалізуються при відсіпанні штучних островів. Паралельно при цьому вирішується завдання створення нових відвойованих у моря територій. Цей спосіб зазвичай

застосовується для ділянок узбережжя, де з тих чи інших причин будівництво споруд курортного комплексу на березі обмежена. [9]

Такі новітні методи берегозахисту активно використовуються у багатьох країнах світу, таких як Японія, Об'єднані Арабські Емірати, США, та багато інших. Їх використання є не лише ефективною заміною громістких берегозахисних систем з бетону, а також не потребує надмірних фінансових затрат, що для нашої місцевості є важливим фактором. [9; додаток Є, Ж]

4.3 Можливі заходи та шляхи покращення берегозахисних споруд в СМТ Залізний Порт

Хоча берегозахисні споруди доволі сильно виділяються на фоні натурального приморського ландшафту, все ж можна навести багато прикладів вдалого вирішення архітектурних і інженерних комплексів набережних, які органічно поєднуються з навколишнім середовищем і оточуючою забудовою та представляють широкий спектр рекреаційних можливостей. Такими є набережні Ніцци, Марселя і Сан-Рафаеля (Франція), Вікторії і Ванкувера (Канада), Окінави (Японія) і багатьох інших.

Оскільки узбережжя в районі СМТ Залізний Порт є популярним місцем рекреації, то постає необхідність трансформація існуючої набережної в сучасний рекреаційно-архітектурний ансамбль для забезпечення максимально комфортних і ергономічних привабливих умов для рекреантів при одночасному забезпеченні захисту берегової лінії від водної ерозії.

В даному питанні необхідно враховувати всі аспекти функціонування такого складного об'єкта. В результаті систематизації і аналізу вихідних вимог щодо захисту територій, архітектурного вигляду та інженерної інфраструктури, були визначені наступні концептуальні засади(принципи):

1) Реконструюється набережна - один з основних містоутворюючих елементів, що формує головну рекреаційну зону - «візитну картку морського курорту в СМТ Залізний Порт».

2) Принцип ландшафтної архітектури. Штучно створений ландшафт і нові архітектурні образи повинні органічно поєднуватися з історично сформованою будівельною ситуацією на основі традиційних, сучасних та перспективних архітектурних та інженерних рішень.

3) Принцип активної берегозахисту. Берегозахисні споруди повинні активно нейтралізувати хвильовий вплив та захищати території і прибережні споруди при одночасній стабілізації прибережної зони, тобто досягненні динамічного рівноважного стану пляжів як основного елемента рекреаційної зони за допомогою оптимальних інженерних рішень.

4) Принцип оптимального насичення території. Об'єкти набережної повинні надавати рекреантам максимальний комфорт і спектр сервісних послуг. Для цього необхідно найбільш ефективно використовувати існуючий рельєф і створювані штучні території.

5) Принцип універсальності споруд. Всі інженерні споруди повинні бути багатофункціональні. Це дозволить раціонально використовувати території та уникнути застосування монофункціональних споруд, які є

економічно низькоефективними (мають яскраво виражений витратний характер) і, відповідно, малопривабливими для залучення інвестицій.

6) Принцип адаптації та етапності. Ця територія на сьогоднішній день вже активно функціонує як рекреаційно-урбанізований комплекс, тому необхідно враховувати сформовану ситуацію з забудовою і здійснювати реконструкцію поетапно, поєднуючи інтереси населеного пункту з інтересами користувачів території і без виведення всього об'єкта в цілому з експлуатації.

7) Принцип ергономічності. Необхідно створити максимально комфортну і безпечне середовище для рекреантів, що неможливо без транспортного обслуговування об'єктів. Отже, потрібно розділити пішохідні та автотранспортні потоки з одночасним збільшенням їх якісно-експлуатаційних можливостей, що на настільки незначній території не може бути врегульоване на одному рівні. Крім того, необхідно винести з пляжів технічні зони експлуатації плавзасобів і споруди, що розривають цілісність пляжних рекреаційних комплексів і створюють загрозу здоров'ю рекреантів.

8) Принцип відеоекологічності (створення естетичного середовища). Інженерні споруди і архітектурний вигляд забудови повинні знаходитися в органічному взаємозв'язку, гармонійно поєднуватись з ландшафтом і існуючими стилістичними об'єктами. Для цього необхідно замінити або трансформувати інженерні споруди, що розривають цілісність пляжних комплексів і знаходяться в явному дисонансі з навколишнім рельєфом і архітектурою.

9) Принцип компенсації територій. З огляду на існуючий дефіцит найбільш популярних і, відповідно, найбільш відвідуваних рекреаційних пляжів, не можна допустити скорочення їх площі і протяжності уздовж урізу води.

10) Принцип екологічності. Берегозахисні споруди та інженерні заходи щодо освоєння схилів та інших територій повинні покращувати екологічну обстановку прибережній акваторії та прилеглої території.

Отже при врахуванні всіх вищеперерахованих принципів при модернізації або навіть повній заміні берегозахисних систем в околицях СМТ Залізний Порт можна не лише запобігти подальшій водній ерозії піщаних пляжів, а й закріпити за Залізним Портом статус цілісної та безпечної рекреаційної зони. [9]

ВИСНОВКИ

Виникнення та використання берегозахисних споруд у світі налічує не одну сотню років. Найдавніші письмові знахідки, що свідчили про зародження берегозахисту стосуються берегозахисних споруд Фрізії (сучасні Нідерланди). Там описувались перші спроби людства захиститись від постійного наступу моря, та перші відвойовані у моря території. З плином часу підходи та методи берегозахисту значно змінились та досягли не бачених до цього висот. Завдяки розвитку берегозахисту тепер прибережні території можна захистити від водної ерозії, можна обмежити доступ води на певні ділянки для сільськогосподарського використання та багато іншого.

При побудові берегозахисних споруд, комплексів, систем важливим залишається визначення умов середовища прибережної зони, оскільки кожна з багатьох перемінним матиме значний вплив на подальше функціонування берегозахисних споруд і на те наскільки правильно вони будуть функціонувати. Тому важливим є визначення умов геологічного, метеорологічного та гідрологічного. Завдяки цьому можна визначити наскільки ефективним та виправданим було зведення бунних комплексів на досліджуваній території.

Як вже було сказано, методи берегозахисту постійно розвиваються, а в останні роки швидкість цього розвитку значно зросла. Проте практика по захисту берегових ліній в різних країнах може сильно відрізнятись, тому порівнянню берегозахисної практики України та інших країн світу було виділено значне місце, адже саме так можна визначити наскільки виправданим є використання бунних комплексів в наш час.

Хоч берегозахисні системи СМТ Залізний Порт з моменту свого створення виправно виконують усі покладені на них функції, все ж не можна стовідсотково стверджувати, що використання бунних комплексів було повністю виправдане, адже у закордонній практиці вже існували хоч і схожі, але більш ефективні методи, котрі хоч і були рукотворними все ж не спотворювали зовнішній вигляд берегової зони, яка до того ж в нашому випадку є популярною рекреаційною зоною.

Оскільки берегозахисний комплекс на території СМТ Залізний Порт функціонує вже довгий час, а стан бун залишає бажати кращого то в найближче десятиріччя розумно буде провести реконструкцію бунного комплексу або навіть повністю переробити берегозахисні споруди на кшталт того, як це зробили зарубіжні країни у своїх рекреаційних зонах для того щоб зробити їх комфортнішими для рекреантів.

Список використаних джерел

1. Архангельский А. Д. Оползание осадков на дне Черного моря и геологическое значение этого явления / А. Д. Архангельский; Бюллетень Московского общества испытателей природы т. 38, 1930.
2. Архангельский А. Д. Геологическое строение и история Черного моря / А. Д. Архангельский, Н. М. Страхов; М.—Л., 1938.
3. Белов Г. Д. Херсонес Таврический / Г. Д. Белов; Л., 1948.
4. Божич П. К. Морское волнение и его действие на берега и сооружения / П. К. Божич, Н. Н. Джунковский; Машстройиздат, М., 1949.
5. Божич П. К. К изучению движения береговых наносов Черного моря / П. К. Божич; изв. Центрального гидрометеорологического бюро; вып. 7, 1927.
6. Буданов В. И. Аккумулятивные формы и динамика берегов / В. И. Буданов, А. С. Ионин; Природа, № 5, 1953.
7. Буданов В. И. Методика экспедиционного исследования морских берегов / В. И. Буданов; Труды института Океанологии АН СССР; № 10, 1954-а.
8. Временные технические указания по проектированию морских берегоукрепительных сооружений; ЦНИИС, М., 1958.
9. Гамаженко В. С. Новый тип берегоукрепительного волнолома / В. С. Гамаженко; Труды Океанографической комиссии АН СССР; т. 1956.

10. Гамаженко В. С. Опыт применения морских берегоукрепительных сооружений / В. С. Гамаженко; М., 1950.

11. Горячкин Ю. Н. Современные тенденции изменений уровня Черного моря / Ю. Н. Горячкин, В. А. Иванов; Водные ресурсы; – 1996. – 23, № 2. – С. 246– 248.

12. Горячкин Ю.Н. Основные тенденции многолетней изменчивости сгонно-нагонных колебаний уровня в Черном море. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа / Ю. Н. Горячкин; – Севастополь, 2007. – Вып. 15. – С. 28– 32.

13. Гугняев Я. Е. Лабораторное исследование взаимодействия волн с песчаными откосами, / Я. Е. Гугняев; Труды института Океанологии АН СССР; т. 10, 1954.

14. Жданов А. М. Защита морского берега при помощи бун волнового профиля / А. М. Жданов; ЦНИИС, М., 1955.

15. Жданов А. М. Защита морских берегов от разрушения / А. М. Жданов; «Транспортное строительство» № 8, 1955.

16. Жданов. А. М. Вопросы проектирования и строительства берегоукрепительных сооружений / А. М. Жданов, В. С. Гамаженков, М. М. Дороднов; 1952.

17. Жданов А. М. Конструирование и расчет берегоукрепительных сооружений на основе закономерностей динамики берега / А. М. Жданов; Труды института Океанологии АН СССР, № 10, 1954.

18. Жданов А.М. Морские берегозащитные сооружения сборной конструкции / А. М. Жданов;

19. Жданов А.М. искусственное восстановление защитной полосы пляжа при укрепленных морских берегах / А. М. Жданов;

20. Жданов А. М. Определение мощности потока береговых наносов непосредственными наблюдениями / А. М. Жданов; изв. АН СССР. Серия геофизическая, № 2, 1951-а.

21. Жданов А. М. Определение энергетической равнодействующей волнового режима морского побережья / А. М. Жданов; изв. АН СССР. Серия географическая и геофизическая, вып. 1, 1951-б.

22. Жданов А. М. Основные положения проектирования берегоукрепительных сооружений / А. М. Жданов; ВНИИ ж. д. строительства и проектирования, Сообщение № 35, 1953.

23. Зенкович В.П. Берега Черноморского и Азовского морей / В. П. Зенкович; государственное издательство географической литературы; Москва—1958 364с.

24. Зенкович В. П. Выработка абразионного профиля в процессе повышения уровня моря / В. П. Зенкович; Доклады АН СССР, т. 63, № 2, 1948-а.

25. Зенкович В. П. Динамика и морфология морских берегов, Изд. «Морской транспорт» / В. П. Зенкович; 1946-а.

26. Зенкович В. П. Изучение динамики морских берегов, Труды второго Всесоюзного географического съезда; В. П. Зенкович; т. 2, 1948-б.

27. Зенкович В. П, К вопросу об изучении динамики морских берегов / В. П. Зенкович; Труды института Океанологии АН СССР, № 1, 1946.6;

28. Зенкович В. П. Новое в учении о динамике морских берегов / В. П. Зенкович; изв ВГО, № БЫ 6, 1946-в.

29. Зенкович В. П. О новых работах по изучению динамики морских берегов / В. П. Зенкович; «Метеорология и гидрология» № 10, 1957.

30. Зернов С. А. К вопросу об изучении жизни Черного моря / С. А. Зернов; Записки Академии Наук, сер. УШ, № 32, 1913

31. Иванов В.А. О колебаниях уровня Черного моря. Водные ресурсы / В. А. Иванов, В. П. Ястреб; – 1989. – С. 97–104

32. Ильин Ю.П. гидрометеорологические условия морей Украины Том 2. Черное море / Ю. П. Ильин, Л. Н. Репетин, В. Н. Белокопытов; Севастополь 2012, 409с.

33. Кнапс Р. Я. О способах укрепления морских песчаных берегов Условия движения прибрежных наносов и общие данные о способах укрепления берега / Р. Я. Кнапс; Всесоюзное издательско-полиграфическое объединение министерства путей сообщения, Москва 1960

34. Кнапс Р. Я. Оградительные сооружения типа молов и движение наносов на песчаных побережьях / Р. Я. Кнапс; изв. АН Латвийской ССР, № 6, 1952.

35. Кнапс Р. Я. Эффект и применимость волноломов как оградительных сооружений на песчаных побережьях / Р. Я. Кнапс; изв. АН Латвийской ССР, №7, 1950.

36. Леонтьев О. К. Геоморфология морских берегов и дна / О. К. Леонтьев; М., 1955.

37. Морская геоморфология: терминологический справочник / науч. ред. В. П. Зенкович и Б. А. Попов. – М.: Мысль, 1980. – С. 29-33

38. Невесский Е. Н. Применение литологических методов при изучении динамики морских берегов / Е. Н. Невесский; Труды института океанологии АН СССР, № 10, 1954.

39. Сатунин К. А. По Черноморскому побережью / К. А. Сатунин; Естествознание и география, № 1,2, 9, 10, 1911.

40. Beardsley . M. W. Beach accretion with erosive waves: Beachbuilding. Proposal for coastal defence / V. W. Beardsley, R. H. Charlier; Int. J. 1998, Env. St 54:1–33.

41. Brunn P. Coastal stability / P. Brunn; København, Danish Soc. Civ. Eng. Press. 1994

42. Brunn P. Beach nourishment—Improved economy through better profiling and backpassing from offshore sources / P. Brunn; Coastal Res 1990, 6 2:265–277.

43. Charlier R. H. Development of a nearshore weedscreen. A Nature coastal defense idea / R. H. Charlier, A. Beavis; Int. J. Env. 2000 St 57 4:457–268.

44. Charlier R. H. Ask Nature to rebuild beaches / R. H. Charlier, C. P. De Meyer; J. Coast. Res 16, 2000, 2:385–390.

45. Charlier R. H. Coastal erosion: Response and management / R. H. Charlier, C. P. De Meyer; Heidelberg & New York, Springer Verlag pp. 1998, 194–222.

46. Charlier R. H. To feed or not to feed, that is often the question / [R. H. Charlier, C. P. De Meyer, D. Decroo and B. Lahousse]; Int. J. Env. 1998, St 55:1–23.

47. Charlier R. H. Vanishing beaches. Long Island Bus / R. H. Charlier, J. Madnes; IV:1–16. 1956.

48. De Moor G. Artificial structures and shorelines: Dordrecht NL / G. De Moor, E. Bloome; Kluwer pp. 115–126. 1988.

49. Harrigan S. Relics to Reefs National Geographic magazine / S. Harrigan; article:
<https://www.nationalgeographic.com/magazine/2011/02/artificial-reefs/>

50. Raban A. Coastal processes and ancient harbour engineering / A. Raban; Proc. 1st Int. Symp. “Cities on the Sea—Past and Present” B.A.R. Int. 1988. Ser. 404:185–261.

51. Roger H. Charlier Panorama of the History of Coastal Protection / Roger H. Charlier, Marie Claire P. Chaineux, Selim Morcos; <https://bioone.org/journals/Journal-of-Coastal-Research/volume-2005/issue-211/03561.1/Panorama-of-the-History-of-Coastal-Protection/10.2112/03561.1.full>

52. Thorn R. B. 1960. The design of sea defense walls / R. B. Thorn;
London, Butterworks. 1960.

Додаток А

Довжина кіс в межах досліджуваної території

Довжина кіс Чорного моря	
Назва коси	Довжина (км)
Тендрівська коса	66,87
Джарилгацька коса	18,38
Коса Білі Кучугури	6,34

Додаток Б

Основні географічні об'єкти в межах досліджуваної території



Мал. 1.1 Географічні об'єкти в межах акваторії Тендрівської затоки.

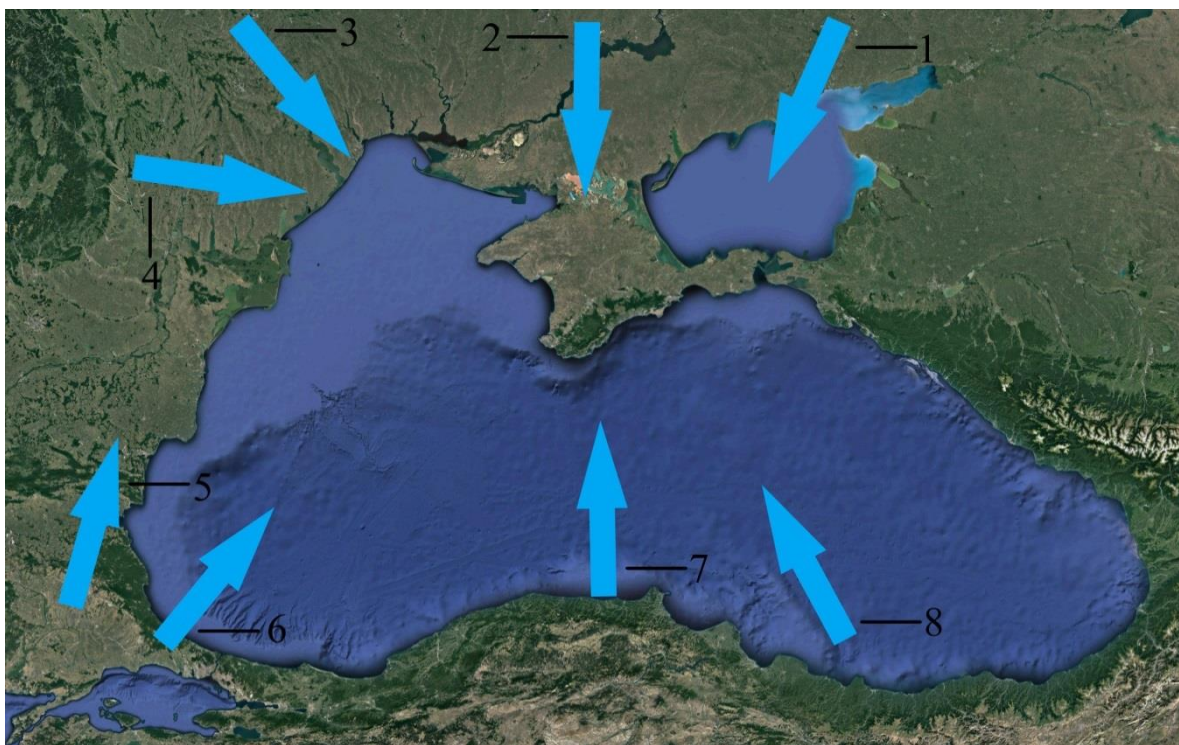


Мал. 1.2 Географічні об'єкти в межах берегової лінії між акваторіями Тендрівської та Джарилгацької заток.



Мал. 1.3 Географічні об'єкти в межах акваторії Джарилгацької затоки та острова Джарилгач.

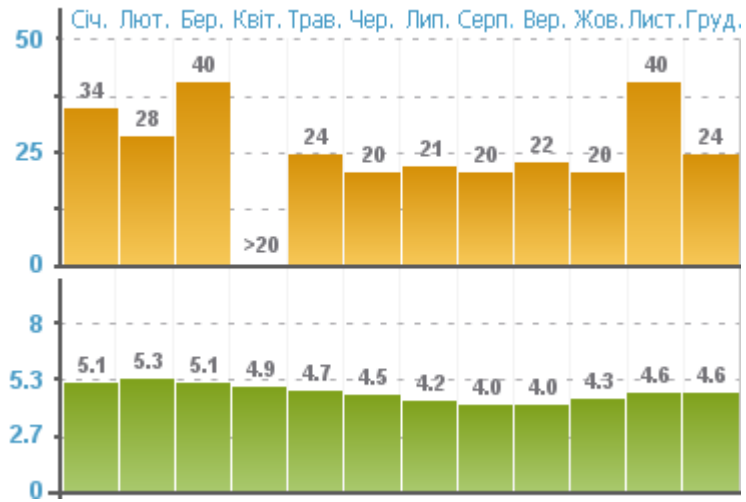
Додаток В



Мал. 2 Траєкторії циклонів в мажах Чорного та Азовського морів, що найчастіше сприяють утворенню сильних та штормових вітрів: 1-2 – північні циклони (третій тип області вітрових потоків); 3-4 – північно-західні циклони (другий тип); 5-6 – південно-західні циклони (третій тип); 7-8 – південні та південно-східні циклони (перший тип).

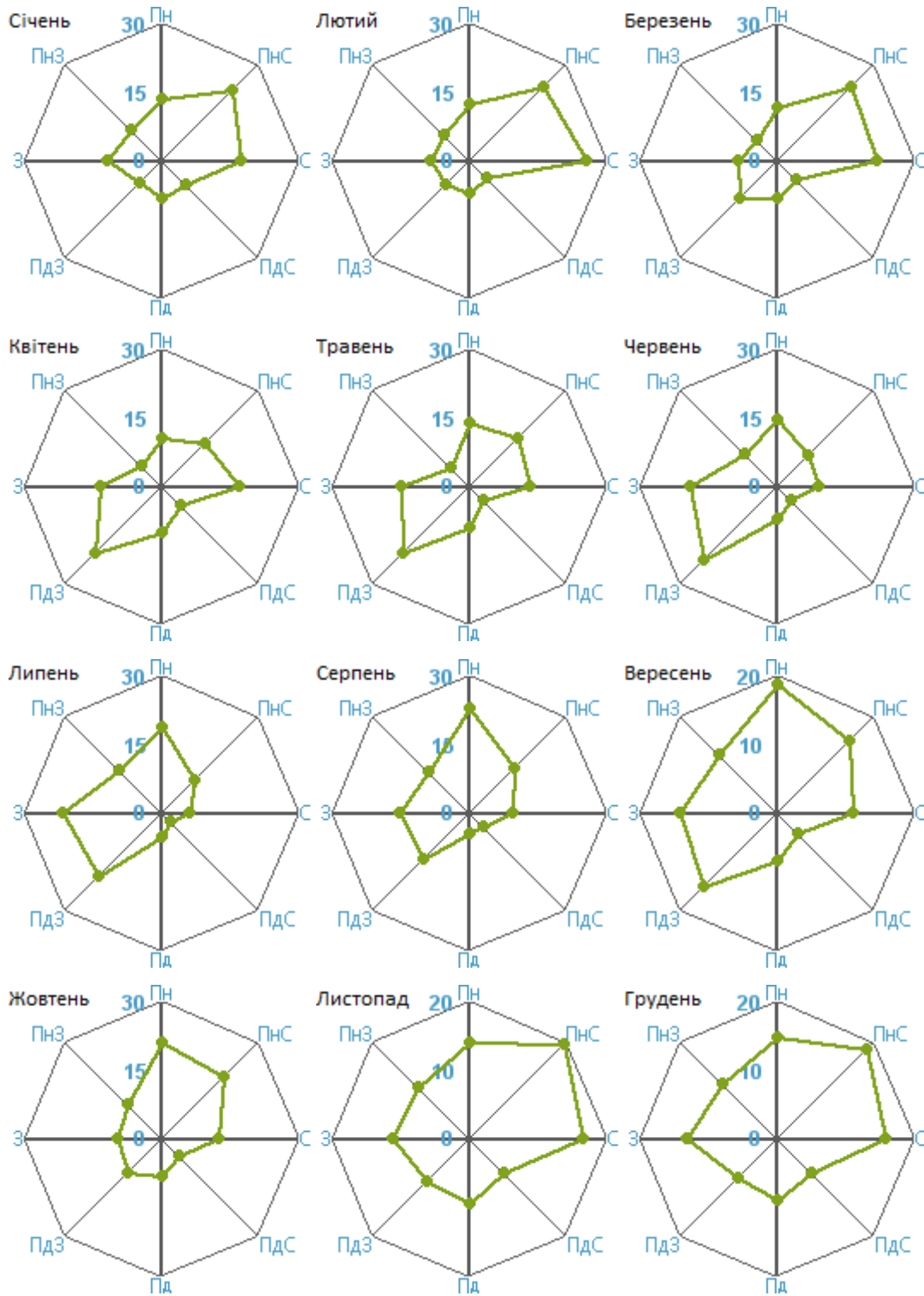
Додаток Г

Середньомісячна й максимальна швидкість вітру в межах досліджуваного регіону



Мал. 3 Середньомісячна й максимальна швидкість вітру в межах гідрометеорологічної станції Хорлів в період з 1899 по 2019 рік.

Додаток Г



Мал. 4. Середньорічна повторюваність напрямку вітру (%) та штилю в межах гідрометеорологічної станції Хорлів в період з 1899 по 2019 рік.

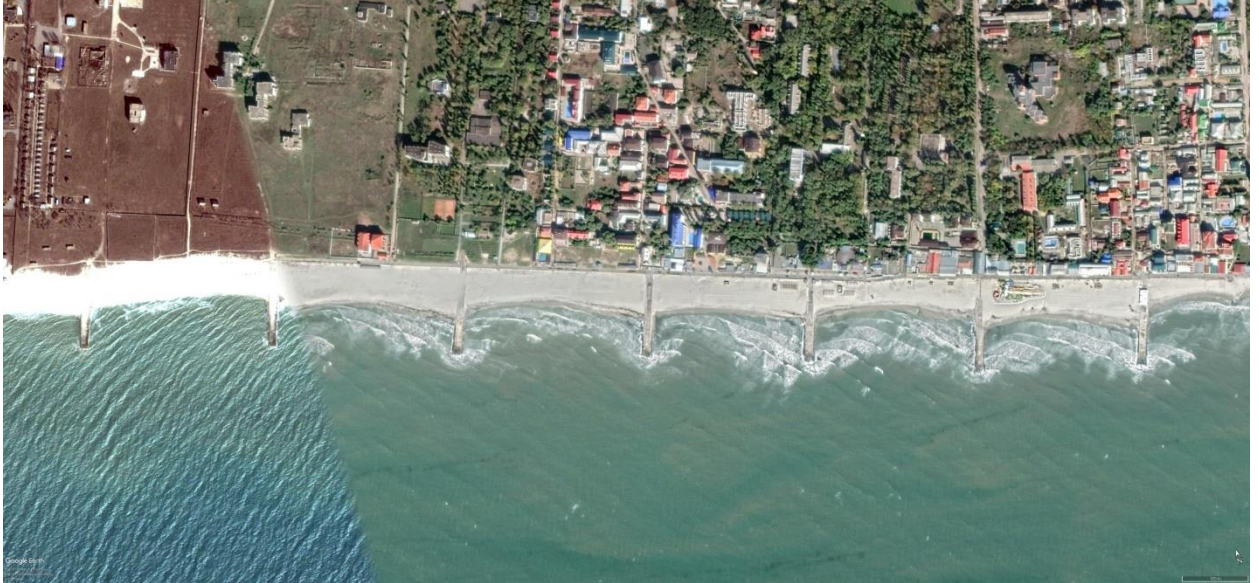
Додаток Д

Місячна повторюваність (у %) швидкості вітру (у м/с) протягом року в межах гідрометеорологічної станції у Хорлах (за період з 1945 по 2011 рік)

Показники в межах гідрометеостанції Хорлів						
Швидкість вітру (м/с)	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень
10 й менше	95,7	94,8	95,2	95,9	98,1	98,6
11-15	3,52	3,7	3,96	3,57	1,74	1,31
16-20	0,82	1,46	0,82	0,58	0,25	0,07
Більше 20	0,04	0,02	0,04	0	0	0
Швидкість вітру (м/с)	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
10 й менше	99,0	98,8	98,6	98,0	97,1	97,6
11-15	0,95	1,02	1,35	1,7	2,54	2,35
16-20	0,13	0,23	0,15	0,22	0,37	0,14
Більше 20	0	0,02	0	0,02	0,06	0

Додаток Е

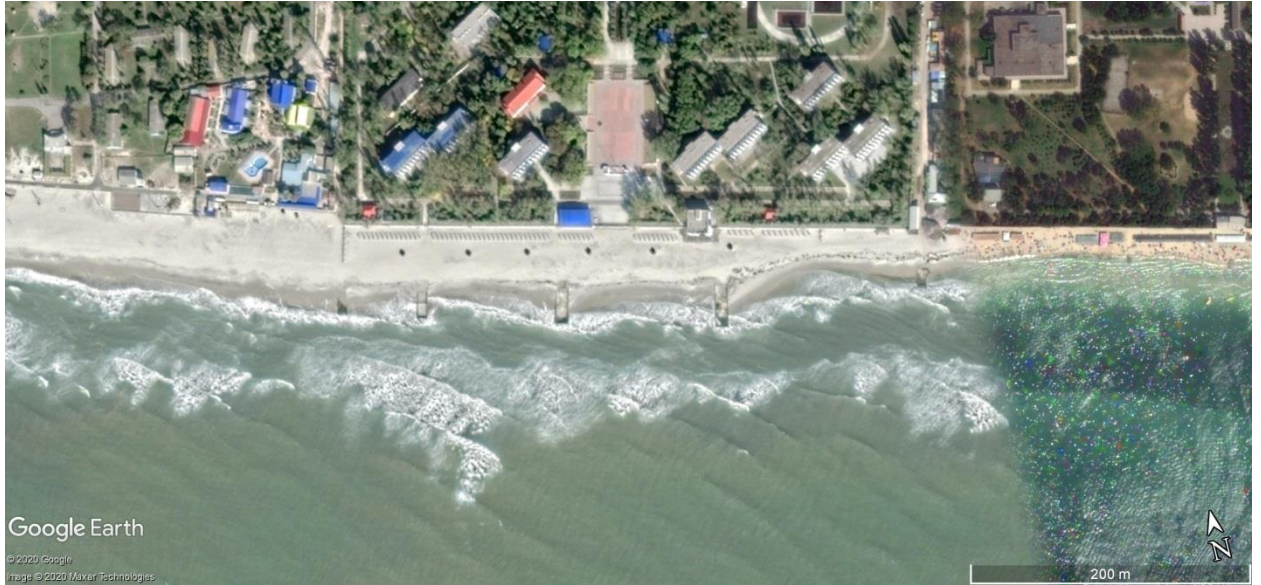
Берегозахисні споруди в межах берегової зони Тендра-Джарилгач



Мал. 5.1. Система залізобетонних бун в межах берегової зони СМТ
Залізний Порт.



Мал. 5.2. Система насипних шпор в межах берегової зони СМТ
Залізний Порт.



Мал. 5.3 Система залізобетонних бун в межах західних берегів СМТ Лазурне.

Додаток Є

Яскраві приклади використання новітніх методів берегозахисту в різних країнах світу та їх короткий опис.



Мал. 6.1 Франція. Марсель. Штучні пляжі і території сформовані методом будівництва штучних мисів утилізацією відвалів гірської маси, отриманої при будівництві тунелів метро.



Мал. 6.2 Окінава, Японія. Формування локальної рекреаційної пляжної зони за допомогою точкових штучних островів, з'єднаних з штучним мисом хвилеломами і подальшим відсипанням пляжеутворюючого матеріалу.

Додаток Ж



Мал. 7.1 та мал. 7.2 Розвиток берегозахисних систем бухтового типу і наочне відображення процесу накопичення наносів.

Додаток 3



Мал. 8.1 та мал. 8.2 Приклади штучних рифів біля Середземноморського узбережжя Єгипту.