

УДК 551.3.051

**В.О. Ємельянов, Є.І. Насєдкін, Г.М. Іванова**

**АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ЗОНІ ВЗАЄМОДІЇ СУХОДОЛУ ТА МОРЯ**

**V.O. Emelyanov, E.I. Nasedkin, G.M. Ivanova**

**ACTUALITY AND PRECONDITIONS FOR CREATION OF THE ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM IN THE SEASIDE AREA**

Обґрунтовано доцільність функціонування системи спостережень за станом природних комплексів у зоні взаємодії суходолу і моря та визначено методичні основи створення зазначеного комплексу досліджень.

*Ключові слова:* суходіл, акваторія, седиментаційні процеси

В публикаци обосновано целесообразность функционирования системы наблюдений за состоянием природных комплексов в зоне взаимодействия суша-моря и определены методические основы создания комплекса исследований.

*Ключевые слова:* суша, акватория, седиментационные процессы

In the publication the necessity of functioning of system of monitoring on the state of natural complexes in the area of land and sea interaction was justified. The methodical bases of creation of the investigation complex was determined.

*Keyword:* land, sea aquatorium, sedimental processes

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

В переліку природних екосистем, що підпадають під вплив активної господарської діяльності людини, одними з перших слід визначити прибережні смуги морів та прилеглі до них ділянки акваторії та суходолу. Значна частина морських узбережж України вже знаходиться під загрозою руйнування екосистем. Така ситуація склалася в зв'язку із значним ступенем антропогенного навантаження на природні комплекси, що викликано їх високою продуктивністю, рекреаційною привабливістю, наявністю в їх межах перетинів транспортних артерій та рядом інших факторів. Нераціональне використання ресурсів прибережної зони і відсутність науково обґрунтованих управлінських підходів призводять до втрат економічно цінних земельних ресурсів, зникнення морських і наземних видів тварин і рослин, втрат об'єктів культурної та історичної цінності, обмеженню громадського доступу до прибережних ресурсів.

З метою сталого та збалансованого розвитку в прибережних регіонах виникає необхідність розробки та впровадження систем інтегрованого управління прибережними смугами морів (ІУПС), що передбачають планування та управління як суходільними, так і морськими складовими територій в межах зон взаємодії суходолу й акваторій. Це безперервний процес, який передбачає поєднання фізичних, біологічних і людських факторів у єдину систему управління, що охоплює не тільки континентальні,

але і морські складові прибережної смуги, а також забезпечує умови надання пріоритетів вирішенню найбільш важливих проблем.

У розвинутих країнах світу ІУПС, як управлінський інструмент досягнення стійкого розвитку приморських територій, сприяє вирішенню ряду проблемних питань, зокрема таких:

— стійке використання ресурсів прибережної зони (збереження продуктивності та біологічного різноманіття прибережних екосистем шляхом запобігання деградації середовищ існування видів, забруднення довкілля та надмірної експлуатації природних ресурсів);

— запобігання видаткам, викликаним помилковими адміністративними рішеннями, або їх зниження;

— балансування попиту на ресурси прибережних зон з боку різних користувачів, вирішення конфліктів між природокористувачами в прибережних зонах;

— стратегічне планування розвитку прибережних територій.

На сьогоднішній день вже розроблено законопроекти, які передбачають впровадження системи ІУПС: проекти Закону України «Про прибережну смугу морів» (дві редакції «Стратегічного плану дій щодо організації ІУПС в регіоні Чорного моря» [1, 2] та ін.

У переліку провідних принципів реалізації завдань в рамках створення систем ІУПС морів визначається, зокрема, необхідність:

— взаємодії з природними процесами та

врахування потенційної ємності екосистем»;

— врахування місцевої специфіки та різноманіття прибережних зон, що потребує реагування на практичні потреби шляхом ухвалення специфічних рішень і застосування гнучких заходів.

Так, у проекті Закону України «Про прибережну смугу морів» наголошується на необхідності створення системи моніторингу в межах прибережної смуги, який передбачає здійснення системи спостережень з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації щодо стану прибережної смуги морів, своєчасне виявлення негативних змін та прогнозування їх можливого розвитку, попередження впливу несприятливих процесів і ліквідації наслідків цього впливу, розроблення відповідних рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень.

Очевидно, що базовими заходами, необхідними для розробки планів управління прибережними смугами, є підготовка та постійне оновлення детальної та надійної інформаційної бази фізичних характеристик навколишнього середовища в межах прибережних смуг акваторій та їх екосистем, а також оцінка можливих наслідків реалізації планів розвитку.

Наявність репрезентативних натурних даних про стан та функціонування екосистем у зоні взаємодії суходолу та морського середовища, ступеня антропогенного впливу, що вони зазнають, і можливості їх самовідтворення дозволить приймати обґрунтовані адміністративні, технічні та правові рішення з раціонального використання морських ресурсів, розвитку інфраструктур берегового та морського базування, а також визначення шляхів мінімізації впливу господарської діяльності на природні комплекси.

#### **ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ**

В рамках створення системи ІУПС комплексні дослідження стану екосистем в зоні взаємодії суходолу і морського середовища та рекомендації щодо реалізації практичних завдань з охорони навколишнього середовища займають ключову позицію в ланцюзі заходів із забезпечення її стійкого розвитку в умовах антропогенного пресу. Якісна розробка системи практичних заходів із забезпечення сталого розвитку прибережних смуг морів, впровадження науково обґрунтованих методик та технологій охорони та раціонального використання природних ресурсів, заходів із оздоровлення середовища існування людини можливі лише на основі комплексного вивчення стану та взаємодії

літо-, атмо-, гідросфер у межах біосфери, зокрема в прибережній смузі, як у природному стані, так і в умовах антропогенних змін.

Комплексне вивчення природних закономірностей функціонування зон взаємодії суходолу та акваторії (ЗВСМ) та їх екологічного стану з метою створення інформаційної бази для ефективного використання систем ІУПС має передбачати режимні спостереження та натурні дослідження стану та динаміки ряду природних процесів у межах ЗВСМ. Основним завданням є наукове обґрунтування та створення комплексу спостережень за рядом фізичних, геологічних, хімічних, біологічних процесів, які визначають стан та взаємодію основних компонентів ЗВСМ. Реалізація такого завдання потребує розробки та впровадження комплексної методики та технології натурних спостережень в морі, на суходолі та в атмосферному середовищі, створення технічних засобів контролю екологічного стану навколишнього середовища, екологічного моніторингу, систем збору та обробки інформації, створення банку екологічних даних.

У рамках вирішення поставлених завдань передбачається:

— розробка концептуальних основ та методики комплексних геоекоекологічних досліджень ЗВСМ при одночасних спостереженнях на суходолі, в морі та атмосфері;

— розробка спеціалізованого дослідницького устаткування;

— створення комплексного геоекоекологічного полігону для оцінки стану навколишнього природного середовища;

— натурні дослідження стану та взаємодії природних середовищ у межах ЗВСМ (гідрологічні, гідрометеорологічні, седиментаційні процеси, механізми транспорту теригенної речовини та забруднювачів у межах суходолу, атмосфери, морського середовища та верхнього шару донних відкладів);

— створення та поповнення репрезентативної бази даних за визначеними показниками (індикаторами) стану ЗВСМ, аналіз отриманих матеріалів та відпрацювання схеми оперативного підбору та надання інформаційних масивів для оперативного прийняття рішень в рамках ІУПС та відпрацювання рекомендацій щодо прийняття тих чи інших рішень на управлінському рівні.

Концептуально формування цілей робіт та методичні основи досліджень ґрунтуються на таких положеннях:

— зона взаємодії «суходіл – море» (ЗВСМ) — найбільш вразлива в екологічному

плані частина Чорноморського басейну. Одночасно ЗВСМ має виключно важливе соціально-економічне значення і потребує особливої уваги з боку відповідних державних органів охорони та контролю природного середовища;

— прийняття природоохоронних рішень та розробка планів управління прибережними смугами неможливі без надання періодично оновлюваної детальної та надійної інформаційної бази щодо фізичних характеристик ЗВСМ та ступеня антропогенного впливу на її природні комплекси;

— комплексне вивчення властивостей функціонування ЗВСМ має передбачати натурні дослідження та режимні спостереження стану природних комплексів, а також перебіг основних фізичних процесів у межах ЗВСМ за рядом показників-індикаторів;

— проблема вибору експериментального району, застосування технічних засобів моніторингу та першочерговість досліджень обумовлюються головним чином можливостями матеріального забезпечення робіт. Це означає, що одним з пріоритетних завдань загальної стратегії є оптимальний вибір мінімального необхідного об'єму робіт, що зможе вже на перших етапах дати певний результат в досягненні мети та завдань досліджень.

#### **ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ІНДИКАТОРІВ СТАНУ ЗВСМ**

Завдання створення системи спостережень за станом та мінливістю природних умов в зоні взаємодії «суходіл – море» вимагає розробки методичного підґрунтя та технічного забезпечення робіт. Постановка завдань передбачає розробку комплексного натурального експерименту при єдиній просторово-часовій системі вимірів у взаємодіючих середовищах з метою визначення часових особливостей розподілу їх компонентів, дослідження процесів переносу речовини, в тому числі забруднювачів, з території суходолу, механізмів їх розповсюдження, трансформації та депонування в морському середовищі.

Формування полів розповсюдження природних та штучних речовин в акваторії визначається характером течій, процесами турбулентної дифузії та хвильового перемішування, в той час як надходження антропогенної речовини зумовлюється розташуванням та потужністю джерел забруднення, особливостями шляхів їх пересування. Таким чином, ефективний контроль та аналіз екологічного стану морського середовища має передбачати не тільки збір,

систематизацію та документацію фактичних даних про просторовий розподіл концентрацій забруднювачів, але й знання закономірностей процесів переносу, трансформації речовини у водному середовищі та її накопичення і трансформації в донних відкладах.

Останнє визначає особливості формування і функціонування дослідницького комплексу, до складу якого має входити устаткування, призначене для створення двох взаємодіючих інформаційних блоків на основі:

— спостережень за фізичними параметрами навколишнього середовища, що зумовлюють процеси обміну речовиною та енергією між компонентами системи ЗВСМ (метеорологічна обстановка, гідрофізичні параметри акваторії);

— дослідження компонентів — індикаторів екологічного стану суходолу, морського та атмосферного середовищ.

Контрольні виміри екологічних параметрів мають проводитись уприводному шарі атмосфери, придонному та поверхневому шарах моря, донних відкладах. Визначення змін екологічної обстановки потребує всебічного вивчення при обов'язковому залученні досліджень процесів надходження теригенної речовини в акваторію та умов сучасного осадконакопичення.

Система контролю навколишнього середовища має відповідати ряду вимог, серед яких такі:

— можливість отримання інформації протягом року із заданою дискретністю та в разі необхідності збільшення чи зменшення частоти спостережень залежно від поставлених завдань;

— наявність оптимальної мережі спостережень, відповідні технічні вимоги до експлуатації устаткування, невибагливість його в процесі польових робіт та простота у використанні;

— охоплення дослідженнями достатньої кількості об'єктів та природних процесів для забезпечення надійної індикації, об'єктивного аналізу та надання прогнозів щодо стану ЗВСМ.

Як свідчить ретроспективний огляд досліджень попередніх років [3], розробка багатоконпонентних систем контролю з використанням складної та дорогої апаратури, періодичним залученням великих плавзасобів та регіональними масштабами досліджень не знаходить практичного використання на сучасному етапі у зв'язку з обмеженими фінансовими і технічними можливостями. Більш доцільним варіантом є розробка надійних, зручних у роботі і не потребуючих складного та дорогого обслуговування приладів у межах локальних систем контролю.

Виходячи із окреслених концептуальних положень та аналізу можливих варіантів постановки досліджень, пропонується визначити ряд напрямів спостережень, систему індикаторів та вимоги до вибору оптимального району досліджень.

По-перше, *район проведення досліджень* за географічними особливостями має відповідати таким умовам:

— мінімальній кількості шляхів обміну речовиною між суходолом та акваторією (мета — охоплення всіх можливих процесів переносу речовини між середовищами в зоні взаємодії при обмеженій кількості інструментів спостережень);

— мінімальний вплив антропогенних факторів на природне середовище в межах ЗВСМ (мета — визначення передусім природних особливостей перерозподілу досліджуваних компонентів та трансформації речовини);

— технічній можливості встановлення спостережної мережі та якісного періодичного її обслуговування протягом року.

При виборі *індикаторів середовища* доцільно дотримуватись певних мінімальних умов, а саме:

— показники стану середовища мають включати як найбільш представницькі компоненти біоценозу району, так і абіотичні елементи, що входять в основну складову потоків речовинного обміну між акваторією та суходолом;

— сам принцип досліджень має передбачати певну «дискретність» спостережень за періоди, між якими можливо було б осереднення показників (за рахунок накопичення натурального матеріалу), що дасть можливість запобігти «ситуативним» помилковим вимірам;

— у переліку індикаторів мають бути представлені компоненти літо-, гідро, атмо- та біосфер, що приймають участь в процесах взаємодії в межах зони «суходіл – море».

Якщо розглядати основні природні абіотичні процеси, що відбуваються в ЗВСМ зокрема в аспекті впливу господарської діяльності людини на прибережні комплекси, то насамперед необхідно висвітлити загальний процес надходження потоків речовини в напрямку суходіл – акваторія. Цей процес головним чином має односторонню направленість і відбувається за участю активного перенесення континентальної речовини у всіх сферах, з яких найсуттєвішими можна вважати такі:

#### 1. Гідросферу:

а) надходження речовини в складі прісних вод поверхневих водотоків;

б) абразія (розмив) берегових схилів узбереж в результаті хвильової динаміки;

в) субмаринне розвантаження прісних вод у межах акваторії шельфу;

г) надходження осадового матеріалу з площинним зливом (дощові потоки, повеневі води, тимчасові водотоки).

#### 2. Атмосферу:

а) аерозольне перенесення речовини з території суходолу в акваторію;

б) вимивання аерозолі дощовими водами з атмосфери в межах акваторії.

Такий компонент геосфери, як літосфера, є практично єдиним джерелом надходження твердої речовини в межі акваторії (суходільна частина ЗВСМ), а також остаточним місцем захоронення (донні відклади) трансформованої та сепарованої в процесі надходження та перерозподілу в акваторії завислої речовини.

Біосфера та атмосфера з огляду на це відіграють роль середовищ, в яких відбувається трансформація потоків природної континентальної речовини на всіх стадіях надходження в донні відклади і перебіг фізичних і біологічних процесів в яких впливає на інтенсивність депонування потоків речовини в донних відкладах. Можливі шляхи пересування антропогенної речовини в системі ЗВСМ збігаються головним чином із шляхами надходження природної речовини, за винятком процесів абразії берегів, та додатково включають безпосереднє надходження в акваторію з різних антропогенних джерел, розташованих в межах акваторії та об'єктів антропогенної діяльності на морі (зони дночерпання, дампінгу, акваторії портів, плавзасоби та інші об'єкти).

Головним регулятором всіх як абіотичних, так і біологічних процесів, що відбуваються в ЗВСМ, є інтенсивність та особливості перебігу процесів сучасного седиментогенезу. Осадова речовина на всіх стадіях існування від початку транспортування із суходільної частини системи в процесі трансформацій в транзитних середовищах (атмосфера, морське середовище) несе інформацію про особливості природних умов, фізичних та біологічних закономірності існування ряду природних комплексів.

Найбільш об'єктивним та інформативним засобом контролю процесів, що відбуваються в ЗВСМ, є натурні спостереження за седиментаційною речовиною, які б включали створення постійно діючих систем накопичення та відбору натурального матеріалу, комплекс лабораторних досліджень ряду індикаторів стану природного середовища, аналіз накопичених безперерв-

них рядів даних та подальше прогнозування змін у складі природних систем у ЗВСМ [4].

У методичному плані система безперервних одночасних спостережень об'єктивно має включати такі об'єкти, як:

— денну поверхню літосферного середовища ЗВСМ (грунти суходільної частини району досліджень в межах площ активного виносу теригенної речовини в акваторію, включаючи антропогенно змінені ділянки — (сільгоспугіддя, райони житлової та промислової забудови);

— атмосферні потоки твердої речовини в межах ЗВСМ, її речовинний склад, особливості фракціонування в процесі транспортування та надходження на водну поверхню;

— морське середовище в межах активного надходження та перерозподілу континентальної осадоутворюючої речовини, її трансформації під впливом гідродинаміки акваторії, взаємодії з органічною речовиною і біотою, вертикальної структури тощо;

— донні відклади акваторії в межах районів активної седиментації морської завислої речовини, їх екологічний стан, особливості сезонних змін в їх поверхневому шарі.

В зв'язку з тим, що індикатори стану ЗВСМ мають нести об'єктивну інформацію про стан природного середовища досліджуваного району, виникає необхідність створення умов накопичення інформації за певні проміжки часу та запобігання впливу ситуативних хибних вимірів в динамічних середовищах. Найбільш інформативним способом спостережень та отримання надійного натурального матеріалу можуть слугувати седиментаційні пастки для відбору завислої речовини в дослідженнях як атмосферного, так і морського середовищ. Також важливою особливістю завислої речовини є те, що вона являє собою джерело харчування, тобто енергії, для морських гідробіонтів, екологічний стан та життєдіяльність яких безпосередньо залежать від її кількісних та якісних характеристик.

Зависла речовина, з точки зору практичної екології, є чутливим індикатором забруднення навколишнього середовища, а також переносником забруднюючих речовин на далекі відстані, що дозволяє використовувати її при екологічній оцінці акваторій. Головною особливістю цієї речовини, що треба враховувати при плануванні наших робіт, є те, що при тривалому періоді її накопичення вона має властивість осереднення та збереження екологічної інформації за певний період досліджень. Це дозволяє відокремити і дослідити розподіл осадків в певні часові проміжки, що зумовлюються різними зо-

внішніми факторами впливу на седиментаційні процеси. Іншими словами, якщо донні відклади надають інформацію за роки чи навіть десятки років, проби води за години, то дослідження осадової речовини в седиментаційних пастках дозволить зробити вибірку за місяць чи сезон.

## ВИСНОВКИ

Вибір моніторингу таких компонентів навколишнього середовища, як атмосферний аерозоль, морська зависла речовина та верхній шар донних відкладів, обумовлений тим, що тверда речовина, що задіяна в фізичних процесах взаємодії в межах ЗВСМ, надає інформацію про склад осадоутворюючих потоків за визначений відрізок часу і має позитивний «накопичувальний» ефект.

Така інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу змін у стані навколишнього середовища, як екологічний моніторинг, має на меті оперативне виявлення антропогенної складової, дає можливість кількісно оцінити привнесення поллютантів у природне середовище і виявити перевищення їх нормативного вмісту. Запропоновані в проекті комплексні моніторингові дослідження дозволяють не тільки оцінити реальну ступінь забруднення шляхом порівняння із середньостатистичними багаторічними показниками для певного сезону чи певної синоптичної і гідродинамічної обстановки, а й з певною вірогідністю дослідити географію джерел надходження, швидкість процесу осадження і депонування в донних відкладах та зпрогнозувати спрямованість процесів природного самоочищення.

1. *Проект Закону України «Про прибережну смугу морів»* авт. Н. Р. Малишева, представлений на нараді зацікавлених сторін проекту «Співробітництво щодо довкілля Чорного моря», 16.03.2009, Київ.
2. *Проект Закону України «Про прибережну смугу морів»*. Розробник: Мінприроди України, представлений для громадського обговорення на сайті «громадянське суспільство і влада» <http://civic.kmu.gov.ua>, 2010 рік.
3. *Пантелеев Н.А., Питеряков В.В., Ломанов Ю.П.* Концепція і методологія комплексних геоecологических исследований в зоне сопряжения суши и моря Азово-Черноморского бассейна / Сб. Системы контроля окружающей среды. — Севастополь: МГИ НАН Украины, 2001. — С. 229–238.
4. *Митропольский А.Ю., Радзивил А.А., Усенко В.П. и др.* Разработка технологии геоecологического контроля окружающей среды по параметрам эоловой и водной взвеси. — Отчет. №0194U030391. — Киев: ИГН НАН Украины, 1994. — 36 с.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ

Рецензент — чл.-кор. НАН України О.Ю. Митропольський