

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської
підготовки
Кафедра екологічного права та контролю

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

рівень вищої освіти: «магістр»

на тему: «Комплексна оцінка антропогенного впливу на екологічний стан морського середовища Одеського регіону»

Виконав студент 2 курсу
групи МЕК – 65
спеціальності 101 «Екологія»
Крайнюк Родіон Володимирович

Керівник: к.х.н., доцент
Орлова Ірина Георгіївна

Рецензент: к.х.н., доцент
Павленко Микола Юхимович

Одеса 2018

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота на тему «Комплексна оцінка антропогенного впливу на екологічний стан морського середовища Одеського регіону». Автор Крайнюк Р.В.

Проблема забруднення Чорного моря та негативний вплив забруднюючих речовин на стан гідробіонтів і екосистеми взагалі є вельми актуальною проблемою.

Метою магістерської роботи є аналіз і оцінка антропогенного впливу на екологічний стан морського середовища Чорного моря (на прикладі Одеського регіону).

В основу роботи покладені матеріали експедиційних спостережень Українського наукового центру екології моря, літературні джерела і нормативно правові документи, що спрямовані на захист Чорного моря від забруднення.

В роботі надано фізико - географічні і кліматичні особливості Чорного моря і Одеського регіону, висвітлено фактори, що формують екологічний стан регіону. Представлено основні джерела забруднення, характеристики основних забруднюючих речовин морського середовища та їхній негативний вплив на стан гідробіонтів і екосистеми взагалі. Висвітлені основні екологічні проблеми Чорного моря і шляхи їх вирішення, а також надано стисла характеристика сучасного екологічного стану Чорного моря на прикладі його Одеського регіону.

Магістерська робота складається з вступу, 5-х розділів, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи 86 сторінок, 17 рисунків, 4 таблиці, 31 літературних посилань.

Ключові слова: Чорне море, екологічні проблеми. забруднення морського середовища, джерела забруднення, забруднюючі речовини, показники забруднення, евтрофікація, нормативно-правові документи.

SUMMARY

Comprehensive Assessment of Anthropogenic Impact on the Environmental Status of the Marine Environment in the Coastal Zone of the Odessa Region

Author Krainyuk R.V.

A problem of contamination of the Black sea and negative influence of contaminants on the state of aquatic lives and екосистеми in general is the very issue of the day.

The purpose of master's degree work is an analysis and estimation of anthropogenic influence on the ecological state of marine environment of the Black sea (on the example of the Odesa region).

In basis of work the fixed materials of expeditionary supervisions of the Ukrainian scientific center of sea ecology, literary sources and normatively legal documents which are directed on protecting of the Black sea from contamination.

It is in-process given фізико are geographical and climatic features of the Black sea and Odesa region, factors which are pilchard the ecological state of region are reflected. The basic sources of contamination, description of basic contaminants of marine environment, and their negative influence are presented on the state of aquatic lives and екосистеми in general. The basic ecological problems of the Black sea and ways of their decision are lighted up, and also it is given the compressed description of the modern ecological state of the Black sea on the example of him the Odesa region.

Master's degree work consists of entry, 5 sections, conclusions and list of referances. Work contains: 86 p., 17 p.,4 table., 31 literary references.

Keywords: Black sea, ecological problems. contamination of marine environment, source of contamination, contaminants, indexes of contamination, eutrophication, normatively legal documents.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОРНОГО МОРЯ.....	8
1.1 Фізико-географічні особливості Чорного моря та Одеської затоки.....	9
1.2 Кліматичні характеристики Чорного моря	12
1.3 Основні джерела забруднення ПЗЧМ і Одеської затоки.....	16
2 ГОЛОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЧОРНОГО МОРЯ.....	26
2.1 Проблема евтрофованості вод.....	26
2.2 Проблема забруднення токсичними речовинами.....	29
2.3 Мікробіологічне забруднення вод	36
2.4 «Біологічне» забруднення.....	38
3 ОСНОВНІ НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ НА СТАН ГІДРОБІОНТІВ	40
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.....	52
4.1 Стан евтрофованості вод.....	52
4.2 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами	59
5. НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ ЩОДО ОХОРОНИ ЧОРНОГО МОРЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ	64
5.1 Основні міжнародні нормативно-правові акти	64
5.2 Основні національні нормативно-правові акти	70
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	79

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АЧБ – Азово-Чорноморського басейн;

БР – біогенні речовини;

ДВ – донні відклади;

ДЗ – джерела забруднення;

ДЕС – добрий екологічний стан;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ГХЦГ - гексахлорциклогексан;

ДДТ – дихлордифенілметилметан;

ДП «Одеська ТЕЦ» – державне підприємство «Одеська теплоелектроцентраль»;

ЕН – екологічна норма;

ІМТП - Іллічівський морський торговельний порт;

КОС - комунальна очисна споруда;

КНС - каналізаційна насосна станція;

Мінприроди України – Міністерство екології та природних ресурсів України;

НП – нафтопродукти;

ОПЗ - Одеський Припортовий завод;

ПАВ – поліциклічні ароматичні вуглеводні;

ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря;

ПЗШ – північно-західний шельф;

ПХБ – поліхлоровані бифеніли;

СБО – станція біологічної очистки;

СОЗ– стійкі органічні забруднювачі;

СПД - Стратегічний План Дій;

ФПЗ – Філофорне поле Зернова;

ТДА - Трансграничний Діагностичний аналіз;

УкрНЦЕМ – НДУ «Український науковий центр екології моря».

ВСТУП

Природні ресурси Чорного та Азовського морів відіграють значну роль в економіці України. Прибережна зона морів є місцем підвищеної концентрації економічної та соціальної діяльності людини. Також, це унікальне ландшафтне утворення з особливими природно-кліматичними умовами, великими водно-болотними угіддями міжнародного значення. Саме ця частина Азово-Чорноморського басейну (АЧБ) є найчутливішою до антропогенного навантаження.

З середини минулого століття значно посилюється антропогенний вплив на морські екосистеми в результаті забруднення морів і океанів. Поширення багатьох забруднюючих речовин (ЗР) придбало локальний, регіональний і навіть глобальний масштаби. Тому забруднення морів, океанів і їх біосистем стало найважливішою не тільки національною, а цілком міжнародною проблемою. Необхідність охорони морського середовища від забруднень диктується вимогами раціонального використання природних ресурсів.

Основними чинниками високого антропогенне - техногенного тиску на природне середовище морів є: понаднормативне надходження мінеральних та органічних біогенних речовин (БР) з річковим стоком та скидами забруднених вод із точкових та дифузних джерел, розташованих у прибережній смузі морів, що призводить до евтрофікаційних явищ та мікробіологічного забруднення морських вод; надходження до морських вод нафтопродуктів з морських суден та берегових джерел; порушення місць існування морських рослин і тварин внаслідок днопоглиблювальних робіт та застосування недосконалих засобів вилову риби; ненавмисне занесення з баластними водами суден чужинних організмів, які загрожують місцевій флорі та фауні; хвильова абразія морського берега, яка спричиняє руйнацію прибережної смуги, видобування корисних копалин на морському дні.

Шляхи надходження тих і інших речовин у морське середовище можуть бути природними (ерозія берегів морів, вулканічна діяльність на дні океанів, стік річок, атмосферні опади) і антропогенними – обумовлені людською діяльністю (системи стічних вод, демпінг, видобуток корисних копалин з морського дна тощо).

Негативна дія забруднення на морські екосистеми загальновідомо. В результаті токсичного впливу ряду ЗР відбуваються: зміна фізико-хімічних властивостей морського середовища, акумуляція їх в гідробіонтах, зміни морфології гідробіонтів, порушення їх життєво важливих функцій і ряд інших негативних явищ.

Для всіх причорноморських держав, протягом багатьох років, постає питання: як забезпечити економічний і соціальний розвиток регіону з одночасним збереженням його природного потенціалу. Стратегія стійкого розвитку, що задекларована Україною, передбачає розвиток цих питань комплексно і гармонійно. Охорона довкілля Чорного моря є одним з пріоритетних завдань цієї стратегії.

Оцінка якості морського середовища Чорного моря є однією з найважливіших завдань для визначення заходів, що сприяють поліпшенню екологічної обстановки. Така інформація необхідна при формуванні економічних програм щодо раціонального використання ресурсів моря.

Тобто, актуальність роботи визначається проблемою забруднення цілим комплексом токсичних речовин морського середовища Чорного моря та негативним впливом ЗР на стан гідробіонтів.

Метою роботи: є аналіз і оцінка антропогенного впливу на екологічний стан морського середовища Чорного моря (на прикладі Одеського регіону).

В основу магістерської роботи покладені матеріали експедиційних спостережень Українського наукового центру екології моря (УкрНЦЕМ), літературні джерела і нормативно правові документи, що спрямовані на захист Чорного моря від забруднення.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧОРНОГО МОРЯ

Чорне море - внутрішньоматерикове море, є частиною водного басейну Атлантичного океану і утворює його найбільш поглиблену в континентальний простір акваторію. Чорне море на південний захід з'єднується через Середземне море протоками Босфор, Дарданелли і Гібралтар з Атлантичним океаном, а на північному сході - Керченською протокою з Азовським морем. Найбільша довжина моря по 42°29' п. ш. складає 1148 км. Найменша ширина його по меридіану південного краю Кримського півострова (від мису Сарич) складає 258 км. За різними джерелами, площа моря вагається в межах 406680-423000 км², довжина берегової лінії – 3400-4100 км., середня глибина – 1270-1315 м. Карта-схема Чорного моря представлена на рис.1.1.



Рисунок 1.1 – Карта – схема Чорного моря

Чорне море має дуже обмежений водообмін з іншими морями, і велика частина того, що в нього поступає, залишається в ньому. Контури Чорного моря нагадують овал з найбільшою віссю близько 1150 км. Найбільша глибина – 2210 м, середня – 1240 м. Об'єм води в морі становить 555 тис. км³ [1].

Береги Чорного моря в межах України (від гирла Дунаю на заході до Керченської протоки на сході) низовинні. Гористі лише береги південної частини Кримського півострова. Берегова лінія розчленована затоками (Каркінітська, Джарилгацька, Тендрівська, Ягорлицька, Каломітська, тощо) та лиманами (Дніпровським, Дністровським, Березанським, Тилігульським, Куяльницьким, Хаджибейським, Будацьким).

Островів у Чорному морі мало, вони невеликі за розмірами, більшість з них розташовані поблизу берегів. Найбільші острови: Джарилгач, Довгий, Березань, Зміїний. Найбільший півострів Чорного моря – Кримський (і пов'язаний з ним Керченський).

1.1 Фізико-географічні особливості Чорного моря та Одеської затоки

Узбережжя Чорного моря і басейн річок, що впадають в нього, є районами з високою антропогенною дією, щільно заселеними людиною ще з античних часів. Екологічний стан Чорного моря в цілому несприятливий.

Водозбірний басейн Чорного моря (рис.1.2) - територія, з якої вода стікає в море. Всього в Чорне море потрапляє 350 км³ річкової води в рік. Земна поверхня, з якої річки збирають воду, в 5 разів більше площі самого Чорного моря.

Водозбірна площа найбільш великою з цих річок – Дунаю складає 820 тис.км². Крупними річками, що обпадають в північно-західну частину Чорного моря (ПЗЧМ), також є Дніпро, Дністер, Південний Буг. Найбільший обсяг приходить з водами Дунаю (57%), Дніпра (15%), Дністра (2.3%). Приблизно 14.4% прісної води приносять річки Кавказу. Разом зі стоками

річок у море потрапляє велика кількість забруднюючих і БР - сполук азоту і фосфору. Тому поверхневі води всього Чорного моря відносяться до категорії мезотрофних і евтрофних [2].



Рисунок 1.2 – Чорне море та його водозбірний басейн.

Величина питомого водозбору для ПЗЧМ на північ від паралелі 45°п.ш. складає біля 29, що відбиває дуже високий ступінь залежності моря від суші. Зміни якості та кількості прісного стоку відбиваються на екологічному стані не тільки ПЗЧМ, а й Чорного моря в цілому. Чорне море, піддається найбільшому в Європі антропогенному пресу.

Цьому сприяють наступні обставини [3]:

1. площа водозбору приблизно в п'ять разів перевищує площу дзеркала Чорного моря;
2. обмежений водообмін із сусідніми морськими басейнами – не більш 0,1 % від об'єму моря в рік;
3. значне розшарування вод по щільності;
4. уповільнений вертикальний обмін водних мас – сотні років;
5. наявність у ПЗЧМ великої мілководної шельфової зони – 64 тис. км² (із

загальної площею шельфу в 100 тис. км²);

- б. відсутність на глибинах 100 – 200 м життєве важливого кисню; сірководнева зона займає 87 % об'єму вод.

Чорне море розміщене в скидовій западині. Опускання його дна триває й тепер. Глибина Чорного моря найбільша біля Південного узбережжя Криму складає до 1000–2000 м (на відстані 7–29 км від берегу).

Поверхневі води Чорного моря відокремлені від основної товщі шаром з підвищеним градієнтом щільності. Внаслідок цього води глибоководної частини моря практично позбавлені можливості обміну з верхніми шарами. На великі глибини не надходить кисень, а той, що був, повністю витрачений на окислення органічної речовини. Під дією сили тяжіння на дно осідає органічна речовина, що продукується у верхньому аеробному шарі. У безкисневому середовищі під дією бактерій відбувається розклад органіки з утворенням сірководню. В результаті близько 90 % маси моря займає зона без кисню, а з життєвих форм у неї розвинені анаеробні бактерії. Середня глибина верхньої межі сірководневої зони становить 120-130 м з коливаннями від 60 до 210 м. Це найважливіша геоекологічна межа Чорного моря [3].

Солоність чорноморської води неоднакова: у берегів вона становить до 10 ‰, в центральній частині – до 18 ‰. Тобто вона вдвічі менше середньої солоності вод Світового океану.

Середній рівень Чорного моря підвищився за минуле століття на 12 см; ця зміна маскується сильними коливаннями рівня моря (до 20 см протягом року), пов'язаними з міжрічною мінливістю річкового стоку. Недавні дані супутникової альтиметрії показали сильне прискорення підвищення рівня Чорного моря: до 20см/десятиріччя (вікова тенденція) в центральній частині моря. Обережніша оцінка - 3-4см/десятиріччя. Багато фахівців пов'язують це явище з таненням полярних льодів в результаті глобального потепління.

Припливно-відпливні вагання рівня Чорного моря не перевищує 10 см, оскільки середземноморські приливні хвилі затухають в протоках, а розміри Чорного моря недостатньо великі для розвитку сильних приливів; крім того, утворенню приливних хвиль перешкоджає стратифікація (розшарування) вод Чорного моря - спостережувані невеликі приливи і відливи розвиваються у відособленому, опрісненому верхньому шарі чорноморської води [4].

Одеська затока знаходиться на вершині великого мілководдя північно-західного шельфу (ПЗШ). Жодна берегова ділянка на Чорному морі не знаходиться настільки далеко від великих глибин з їх найменш забрудненими водами. Водообмін з відкритим морем найбільш затруднений в Одеській затоці.

Район Одеської затоки представляє собою прибережну акваторію, обмежену із заходу і півночі береговою межею від Сухого лиману до Григорівського лиману.

Глибина моря в Одеській затоці не перевищує 14 м при середній глибині - 8 м. Найменші глибини в Одеській затоці спостерігаються в районі між нафтогаванню і мисом Північний Одеський (в середньому до 5 м).

Береги Одеської затоки та його околиць схильні зсувними явищами. Це викликає необхідність проведення великомасштабних протизсувних робіт, що пов'язано з глибокими перетвореннями в прибережних біотопах.

Дно Одеської затоки вкрите, в основному, піском, мулом, ракушей. Підводні камені зустрічаються рідко, головним чином, у мисів.

1.2 Кліматичні характеристики Чорного моря

Значна частина Чорного моря розташована в субтропічних широтах, що відображається на формуванні його клімату. Влітку він жаркий і сухий (панує підвищений тиск і антициклонна погода), а взимку помірний і вологий (приходять циклони з Середземного моря). Середня температура липня на українському узбережжі становить +24 °С, січня від 0 до +2 °С. Влітку на

узбережжі дме бриз, який освіжає повітря і робить погоду комфортною. Взимку нерідко бувають тумани, іноді гримлять грози. Кількість опадів змінюється від 300 мм (в Каркінітській затоці) до 800 мм (на південно-кримському узбережжі).

Біля берегів України Чорне море в основному має відносно невеликі глибини і тому добре прогрівається. Температура води на поверхні влітку підвищується до $+27^{\circ}\text{C}$, а взимку становить від $-0,5$ до $+8^{\circ}\text{C}$. Глибше 150 м температура стає незмінною ($+9^{\circ}\text{C}$). В окремі суворі зими північно - західна частина моря замерзає [5].

Клімат регіону – помірно континентальний, порівняно сухий. Кількість сонячних днів протягом року перевищує 290. Зима коротка і м'яка з середньою температурою біля 0°C . Сніг і температури нижчі -10°C спостерігаються рідко. Літо тривале і жарке, середня температура близько 25°C . Нерідкими є температури вищі 35°C .

Основні риси клімату Одеської затоки визначаються його географічним положенням і спільною циркуляцією атмосфери. Акваторія знаходиться в південній частині помірного кліматичного поясу, для якого характерний помірний тип клімату з переважанням циклонного типу циркуляції (помірних континентальних і морських) повітряних мас. Циркуляція атмосфери зимою носить переважно циклонний характер, влітку - антициклонний, пов'язаний з частим виходом відрогів азорського антициклону [5].

Одеська затока характеризується помірним континентальним кліматом. Пересічна температура води влітку $+19,9$, взимку до $+2,2$. У морозні зими замерзають ділянки прибережжя навколо мисів. Період замерзання – з січня до середини березня. Максимальна товщина криги – 68 см, максимальна ширина припаю – 15 км. Число днів із льодом коливається від 0 до 95, у суворі зими до 66–96, зазвичай – 27-58, у м'які зими – 8-51.

Вітер. Одним з основних чинників, що визначають гідрологічні і хіміко-біологічні особливості ПЗЧМ, є вітрова циркуляція вод. Сприятливий режим циркуляції вод для винесення прісного стоку Дунаю з ПЗЧМ стійко існує лише в зимовий період при мінімальному стоці. У весняний і літній періоди режим циркуляції сприяє винесенню прісних вод Дунаю в ПЗЧМ. Так само, як і в районі вступу вод Дністра і Дніпра, води Дунаю потрапляють в систему замкнутих коловоротів, що утворюються в безпосередній близькості від дельти [6]. Поступаючи в море, річкові води, залежно від їх об'єму і вітрової ситуації, трансформуються і розтікаються по поверхні підстилаючих солоних водних мас. Найбільш потужний шар трансформованих стічних вод спостерігається в пригирлових зонах. Тут він може займати шар від поверхні до дна.

Структура поля солоності в поверхневому шарі навесні і на початку літа визначається горизонтальною адвекцією розпріснених вод від гирл річок, відповідно до основної уздовж береговою циркуляцією вод ПЗЧМ. В кінці літа і восени зростає роль турбулентної дифузії, що приводить до проникнення прісних вод в центральні райони моря. У міру видалення від гирла річок розпріснений шар поступово зменшується, і в поверхневому шарі центральної частини ПЗЧМ його вплив повністю згладжується, виключаючи випадок потужних повеней і паводків [6].

У відповідність з циркуляцією атмосфери і розподілом атмосферного тиску у велику частину половини року (з червня по жовтень і з січня по березень) переважають північно-західні вітри. Весной (у квітні-травні) найбільша повторюваність доводиться на південно-східні і південні вітри. Проте, північно-західний вітер в цей період також зберігає високу повторюваність. Влітку і на початку осені, поряд з північно-західними вітрами, досить частий спостерігається вітер протилежного південно-східного і південного напрямку. Восени (у листопаді-грудні) основний вклад доводиться на вітри північно-східні, східні і північні. Досить висока повторюваність в цей період і вітрів північно-західного напрямку.

У річному циклі найбільша повторюваність доводиться на вітри північно-західного (20,1%), південно-східного (16,3%), південного (11,8%) і північного (11,3%) напрямів. Мінімум повторюваності (7,3 %) відповідає вітрам південно-західного напрямку. Переважно переважають вітри із швидкістю 2-10 м/с (85,8 %).

Умов безвітря (штиль) припадає на частку 4,5 %, а на долю штормових вітрів (швидкістю більше 15 м/с) – 0,6 % повторюваності. Максимальні швидкості вітру, в даному регіоні, досягали 40 м/с.

Радіаційні умови. Головним климатообразуючим чинником і джерелом теплової енергії є сонячна радіація. В середньому за рік сумарна (пряма плюс розсіяна) сонячна радіація по регіону Одеси складає 4906 Мдж/м² (при максимально можливому значенні прямої сонячної радіації при ясному піднебінні 5860 Мдж/м²). Прямої сонячної радіації припадає на частку 59 % від річної суми. Мінімум місячної суми сонячної радіації наголошується в грудні і в середньому складає 100 Мдж/м². На долю прямої радіації в цей період доводиться всього 29 %. Максимум місячної суми спостерігається в липні – 758 Мдж/м². У зв'язку з переважанням в літні місяці антициклонної циркуляції атмосфери і зменшенням хмарності, доля прямої сонячної радіації зростає в цей період до 68%.

Річний хід радіаційного балансу відповідає ходу сумарної радіації. Протягом всього року, за винятком грудня, радіаційний баланс позитивний. Місячне значення в грудні, в середньому, складає – 8 Мдж/м². Максимум радіаційного балансу доводиться на липень - 410 Мдж/м² [5].

У відповідність з річним ходом радіаційного балансу, температура повітря має явно виражену сезонну мінливість. Проте, в зимові місяці річний хід температури повітря відрізняється від річного ходу радіаційного балансу. Мінімум температури повітря, в середньому багатолітньому періоді, – 1,7°С доводиться на січень. Це пояснюється впливом підстилаючої поверхні моря. В результаті великої теплоємності водних мас, величезна кількість тепла, що накопичилася в літні місяці, восени і зимою поступає в

атмосферу. Це забезпечує додатковий приплив тепла і зрушення мінімуму температури повітря на один місяць відносно мінімуму радіаційного балансу.

Температура повітря. Найбільша амплітуда середніх місячних температур повітря ($16,6^{\circ}\text{C}$) доводиться на зимові місяці, з максимумом $4,3^{\circ}\text{C}$ і мінімумом $12,3^{\circ}\text{C}$ в лютому. Найбільш стабільна середня місячна температура літніх місяців. Мінімальна амплітуда середніх місячних температур повітря ($6,9^{\circ}\text{C}$) наголошується в серпні з максимумом $26,0^{\circ}\text{C}$ і мінімумом $18,2^{\circ}\text{C}$.

Негативна температура повітря в зимові місяці найчастіше спостерігається в межах від $0,0^{\circ}\text{C}$ до $4,9^{\circ}\text{C}$. У січні і лютому число днів з такою температурою складає близько 10 діб. Число днів з температурою від 10°C до $14,9^{\circ}\text{C}$ в ці ж місяці не перевищує 1–2 діб. У окремі холодні роки повторюваність негативної температури повітря в січні і лютому зростає до 22–26 діб і в грудні і березні до 13–15 діб. У квітні і жовтні негативна середня добова температура повітря наголошується у край рідко і лише в холодні роки [5].

Вологість повітря. Відносна середня місячна вологість повітря по району Одеси змінюється в межах 52–94%. Підвищені значення відносної вологості доводяться на холодне півріччя з середнім багатолітнім максимумом в грудні 86%. Мінімум відносної вологості наголошується влітку з середнім багатолітнім значенням 68% в липні. Такий річний хід вологості пояснюється посиленням циклонної діяльності в холодне півріччя, що забезпечується винесенням вологих атлантичних повітряних мас, і переважанням антициклонних умов в літній період [5].

1.3 Основні джерела забруднення ПЗЧМ і Одеської затоки

Основними джерелами антропогенного забруднення (ДЗ) моря є: стік річок, господарче-побутові і промислові скиди, змиви добрив і пестицидів з

полів і виноградників, атмосферні осідання, судноплавство, діяльність портів, берегове будівництво, днопоглиблення і дампінг ґрунтів, видобуток на шельфі нафти і газу, продукти абразійного руйнування берегів та інш [7].

У рамках виконання міжнародної Програми "Black Sea Environmental Programme" (BSEP) проведено аналіз характеристик основних джерел забруднення Чорного моря всіх причорноморських країн. Найбільш потенційно небезпечні джерела забруднення були названі "гарячими точками".

Загальна картина розподілу "гарячих точок" для Чорного моря надана на рис.1.3.

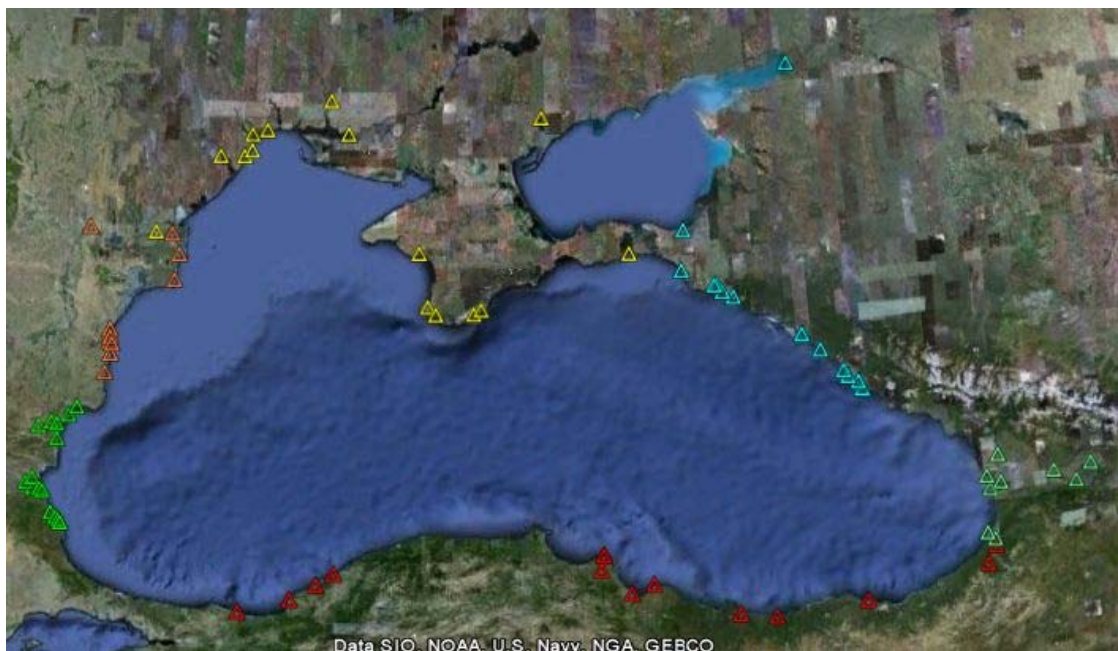


Рисунок 1.3 – Розташування «гарячих точок» в Чорноморському басейні.

Для України були виділені десять "гарячих точок"[8]:

1. м. Одеса, станція біогенної очистки (СБО) "Південна";
2. м. Одеса, СБО "Північна"
3. м. Балаклава, Автономна республіка Крим, комунальна очисна споруда (КОС);

4. м. Євпаторія, АРК, КОС
5. м. Севастополь, АРК, КОС;
6. м. Ялта, АРК, КОС;
7. м. Гурзуф, АРК, КОС;
8. Камиш-Бурунський, КОС;
9. м. Іллічівськ, порт, КОС;
10. м. Красноперекопськ, (бромний комбінат), АРК, КОС.

Акваторія ПЗЧМ характеризується великою скупченістю великих ДЗ морського середовища, пов'язаних з діяльністю портів, промислових підприємств, комунально-побутових та сільських господарств. Крім берегових антропогенних джерел на якість морських вод цього регіону суттєво впливають і стоки трансформованих річкових вод Дунаю, Дніпра і Південного Бугу. В результаті дії цих факторів у морське середовище надходить значна кількість біогенних та токсичних речовин, що призводить до розвитку процесу евтрофікації і, як наслідок, до змін гідрохімічного режиму вод акваторії, зниження їх якості і погіршення екологічного стану.

Визначальним фактором формування головних екологічних проблем Чорного моря є вплив річкового стоку, 80% якого надходить до мілководної найбільш екологічно уразливої ПЗЧМ. Чотири головні річки чорноморського басейну - Дунай, Дністер, Південний Буг і Дніпро - щорічно приносять в ПЗЧМ в середньому 270 км³.

Основними факторами впливу прісного стоку на Чорне море є його якість, яка визначається рівнем забрудненості річкових вод, і об'єм стоку, який визначається, перш за все, природними умовами, а також відбором і сезонним перерозподілом річкового стоку. Основними факторами антропогенного впливу на якість води у головних річках водозбирального басейну моря є:

- високе навантаження за біогенними речовинами (БР) і евтрофікація вод;
- забруднення небезпечними речовинами, включаючи нафту;

- мікробіологічне забруднення;
- забруднення речовинами, що призводять до зростання БПК і виснаження кисню.

Річковий стік є головним забрудником Чорного моря. Вклад Дунаю у забруднення Чорного моря біогенними та токсичними речовинами є визначальним. Спад виробництва у промисловості і сільському господарстві в країнах середньої і нижньої течій Дунаю, а також в країнах басейнів інших великих річок призвів до зниження обсягів надходження БР у Чорне море [7].

Ознаки негативного впливу відбору прісного стоку на екосистему Чорного моря проявляються також у зміні галінної і густинної структури вод і екологічних кризах на північно-західному шельфі. Висловлюються також гіпотези про вплив цих факторів на зміну положення верхньої межі сірководневої зони глибоководної частини моря.

Шлях до екологічного оздоровлення Чорного моря у значній мірі пролягає через екологічне оздоровлення річкових басейнів. Головними обмеженнями антропогенного впливу на стан річок і річкових басейнів у цілому є:

- 1)упровадження технічних і технологічних, економічних, правових та інших заходів, спрямованих на обмеження впливу джерел забруднення на річкові води;
- 2)зниження обсягів водоспоживання, зокрема, безповоротного водозабору;
- 3) підвищення здатності річок до самоочищення;
- 4) відновлення гідрологічного стану малих річок;
- 5) збереження заплавних масивів гирлових зон великих річок як природних фільтрів річкового стоку.

Здійснення цих заходів передбачалося у рамках виконання Державної програми охорони та відтворення Азовського і Чорного морів [9].

Морське середовище в зоні Одеської затоки підлягає інтенсивному антропогенному забрудненню. Згідно з даними екологічного моніторингу, який проводиться різними природоохоронними та науково-дослідними

організаціями, води Одеського району характеризуються значним вмістом нафтових і хлорованих вуглеводнів, біогенних елементів, а також високим рівнем бактеріального забруднення. Практично щороку закриваються для купання одеські пляжі через небезпечний санітарний стан морського середовища в узбережній зоні. Вміст небезпечної для здоров'я бактеріальної мікрофлори у морській воді перевищує норми в сотні тисяч разів [10].

Основними джерелами забруднення морської води в районі Одеської затоки є річковий стік Дніпра, Південного Бугу, комунально-побутові, злизові і дренажні скиди Одеської конгломерації.

На берегах Одеської затоки розташований найбільше чорноморське місто - Одеса, яке надає сильний вплив на якість прибережних вод моря недостатньо очищеними каналізаційними стоками (їх випуск навіть на відстані 3-4 км від берега в мілководному районі аж ніяк не сприяє чистоті моря). Злизові води також надходять у море без очищення.

В Одесі є великі металургійні, хімічні, харчові заводи, стічні води яких через міську каналізацію (або напряду) надходять у море.

Україна до 2014 року мала на узбережжі Чорного та Азовського морів 18 торгових портів та 12 порт пунктів, причому 11 з них розташовані на північно-західному узбережжі. Чотири великих порта, розташованих в північно-західному "куті" моря - Одеський, Чорноморськ, Південний і Рибний порт в Сухому лимані - утворюють ще одну групу джерел забруднення Одеської затоки та суміжних з ним вод. При швидкості східного перебігу 20-25 см/сек води з району порту Південний досягають меж Одеської затоки через добу, а з району Чорноморська при південному протягом і такої ж швидкості - через 14-15 годин.

Одеса - великий вузол наземного транспорту. Вихлопні гази, мастила та інші відходи транспорту забруднюють Одеську затоку повітряним шляхом і через злизові води.

Разом з тим Одеса - центр відомого курортно-рекреаційного району. В літні місяці на пляжах Одеської затоки засмагають та купаються до 250 тисяч

чоловік в день. Це - теж фактор забруднення прибережних вод. За рахунок змивів і виділень з тіла однієї середньостатистичної людини за один день у воду надходять 94 мг фосфору, 1515 мг азоту, 778 мг натрію, 735 мг калію, 38 мг кальцію, 1333 мг хлору та інших речовин, а також велика кількість (десятки мільйонів) мікроорганізмів. Крім того, за рахунок взмучування ногами донних осадів відбувається додаткове забруднення зони купання. Багато морських організмів в цій зоні мимоволі руйнуються, знищуються, розлякуються, що знижує самоочисний потенціал морської води .

На теперішній час вклад біогенного навантаження на Одеську затоку за даними [11] наведено на рис.1.4.

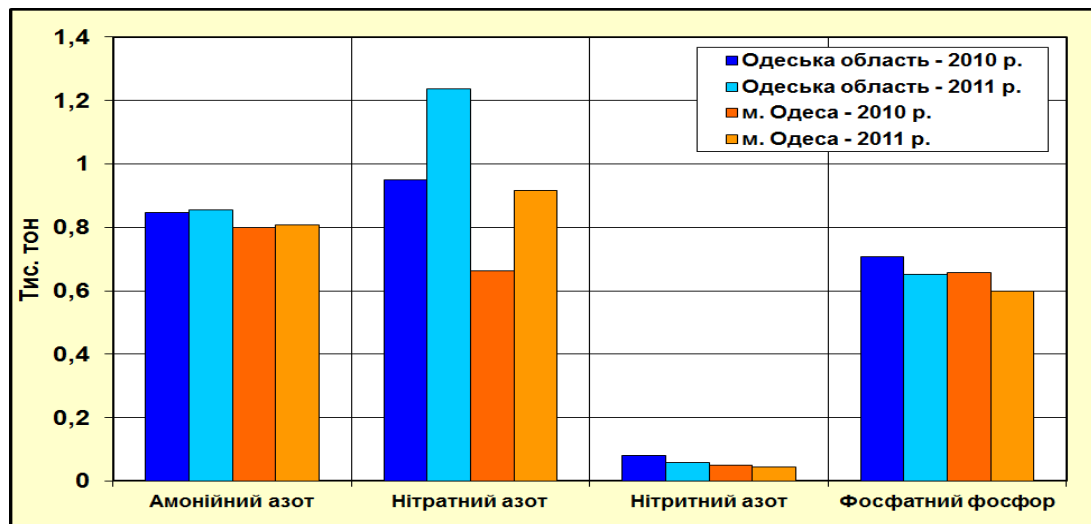


Рисунок 1.4. – Діаграма скидів біогенних речовин в Одеському регіоні [11].

Якщо в цілому для ПЗЧМ визначальним чинником впливу на якість вод виступає річковий стік, то в прибережній зоні моря Одеської затоки на перше місце виходить вплив точкових ДЗ та морської господарської діяльності (діяльність портів, судноплавство, днопоглиблення, тощо), рекреаційного навантаження.

До основних джерел забруднення прибережної смуги для Одеської затоки слід віднести також випуски стічних вод СБО «Північна» та «Південна», скидання незнезаражених ливневих вод, очищених промислових

стоків від нафтопереробного заводу «Лукойл», ТЕЦ, нафтобази «Ексімнафтоп – продукт», кабельного заводу, тощо. Всього є 8 випусків стічних вод промпідприємств (рис.1.5).

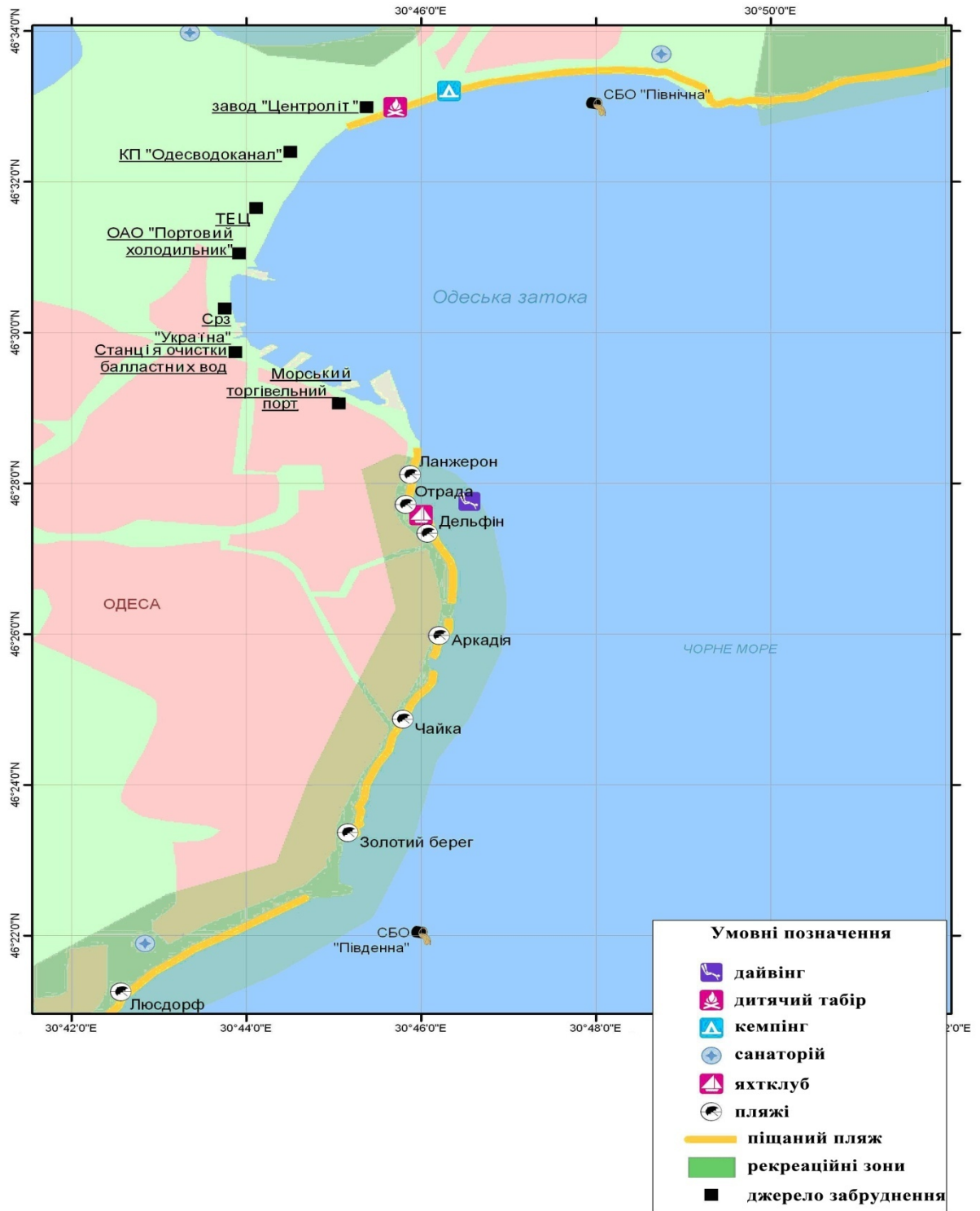


Рисунок 1.5 – Схема розташування джерел забруднення в Одеській затоці.

Внаслідок недостатньої пропускної здатності колекторів в районі Пересипу щодня в акваторію скидається по зливовідводам до 20 тис м³ стічних вод міста.

Станції біологічної очистки стічних вод «Північна» і «Південна», які відносяться до «горячих точок», призначені для очищення виробничих та господарсько-побутових стічних вод підприємств і населення м. Одеси і подальшого скиду їх в море. Скид стічних вод на СБО «Південна» здійснюється шляхом розсіювання випуску на відстані 2,12 км від берега. СБО «Північна» здійснює скид стоків у море тільки в зимовий період. У теплий період року стічні води скидаються в Хаджибейський лиман. Найбільш негативний вплив на екологічний стан вод акваторії чинять скиди стічних вод з СБО «Північна» упродовж весняно-літнього періоду року. Винесення її скидів з відстані 300 м до 2000 м дозволить істотно покращити екологічну ситуацію лише в межах Одеської затоки.

На міських очисних спорудах очищені стоком перед скидом в море не знезаражуються. Що приводить до значного бактеріального забруднення морських вод. Комунально-побутові стоки представляють небезпеку для здоров'я людини, бо найчастіше містять патогенну мікрофлору, а також володіють вираженим мутагенним ефектом. З компонентів стічних вод – потенційних мутагенів – слід згадати нітрити і нітрати, які є попередниками нітросоамінів, відомих як високоактивні канцерогени і мутагени речовини.

Очисні споруди Чорноморського морського торговельного порту призначені для очищення виробничих і господарчо-побутових стічних вод підприємств і населення механічним і біологічним методами. Скидання знешкоджуваних стоків здійснюється в акваторію Чорного моря через глибоководний розсіюючий випуск на відстані 2.0 км від берега. Річний об'єм очищених стічних вод, що скидаються, – 9.1 млн. м³/рік.

В районі «Чорноморки» прибережна смуга забруднюється господарчо-фекальними стічними водами протитуберкульозного санаторія ім. Іванова. Скидання стічних вод від цього об'єкту відбувається на відстані 150 м від

урізу води після попередньої механічної очистки та знезараження. Пляжна смуга «Чорноморки» в останні роки зазнала суттєвого розмивання, що пов'язано з незадовільним технічним станом берегоукріпних споруд. Незадовільний технічний стан КНС-8 в районі Аркадії та КНС-10а («Лузанівка») до останнього часу неодноразово був причиною значного забруднення морського середовища та прилеглої прибережної смуги.

Крім того, несприятливий вплив на стан морського середовища чинить неорганізований теригенний стік в районах селищ «Фонтанка» та «Крижанівка», які знаходяться у безпосередній близькості до пляжу дитячого оздоровчого центру «Молода гвардія».

Навіть пройшовши попереднє очищення на очисних спорудах, стічні води несуть в море значну кількість ЗР, вміст яких перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) . Стік дренажних вод є значним джерелом азоту нітратів (близько 22 %). Стічні води ОПЗ поставляють близько 20 % від загальної кількості нітратів і майже 4 % фосфатів. Разом зі стічними водами промислових підприємств у морське середовище надходить близько 17 % азоту нітратів.

Чорноморський басейн є районом, де відбувається морське поховання різних матеріалів і речовин, зокрема ґрунту, вийнятого при днопоглиблювальних роботах, бурового шлаку, відходів промисловості, будівельного сміття, твердих відходів, вибухових і хімічних речовин, радіоактивних відходів. Підставою для дампінгу в морі є можливість морського середовища до переробки великої кількості органічних і неорганічних речовин без "особливого збитку" води. Проте дампінг розглядається як вимушена міра через відсутність екологічно безпечного методу утилізації або видалення відходів.

Вплив дампінгу на довкілля є дуже істотним. Забруднення моря викликає зміни фізичних і хімічних характеристик води і донних відкладів.

Забруднюючі речовини (нафтопродукти, важкі метали, радіонукліди, поліхлоровані біфеніли та ін.), вивільняючись при осадженні матеріалів

скидання, надають як безпосередню токсичну дію на морську екосистему, так і шляхом їх акумуляції і міграції по трофічних ланцюгах.

Вплив дампінгу на організми викликає всілякі наслідки, бо матеріали скидання, зрештою, лягають на дно. При засипанні гинуть всі організми інфауни, малорухливі і прикріплені форми епіфауни, особливо страждають молоді тварини. До серйозних негативних наслідків скидання ґрунту слід віднести руйнування місць нересту риби і загибель донної ікри.

Таким чином, декілька десятиліть активного господарського використання Чорного моря викликали певні зміни у функціонуванні його екосистеми. Серед основних чинників, що порушують рівновагу в екологічній системі моря слід виділити:

1. Надходження ЗР, у тому числі біогенних елементів з річковим і атмосферним стоками. Надходження підвищених концентрацій БР тягне за собою евтрофікацію вод моря, а, як наслідок, бурхливе зростання фітопланктону («цвітіння» моря, інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей), зменшення прозорості вод, загибель багатоклітинних водоростей.

2. Забруднення вод нафтою і нафтопродуктами. Найбільш забрудненими районами є західна частина моря, на яку доводиться найбільший об'єм танкерних перевезень, а також акваторії портів.

3. Забруднення моря відходами людської життєдіяльності - скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод і т. д.

4. Масовий вилов риби.

5. Заборонене, але повсюдно використовуване донне тралення, що знищує донні біоценози.

6. Зміна фізико-хімічних властивостей води, зменшення кількості особин, мутація гидробинтів (зокрема заміна корінних видів природного світу екзотичними, що з'являються в результаті дії людини).

Ці негативні явища, насамперед, стосуються прибережних районів Чорного моря і його північно-західного шельфу [12].

2 ГОЛОВНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЧОРНОГО МОРЯ

За низкою міждержавних нормативно-правових документів [13 – 16], основними екологічними проблемами Чорного моря є:

- евтрофікація (біогенне забруднення) шельфових вод;
- мікробіологічне забруднення прибережних вод (забруднення патогенними мікроорганізмами);
- забруднення морського середовища токсичними речовинами, насамперед, нафтою та нафтопродуктами;
- забруднення моря «чужорідними» організмами («вселенцями»).

2.1 Проблема евтрофованості вод

Серед антропогенних порушень евтрофікація є найбільш значним негативним чинником, що впливає на екосистему ПЗЧМ. Антропогенна евтрофікація, на відміну від природної, є побічним наслідком діяльності людини і полягає в швидкому підвищенні трофності водоймищ унаслідок попадання в них БР і органічної речовини в кількостях, що значно перевищують звичайні природні рівні і що приводить до «біогенного забруднення».

Евтрофікація супроводжується підвищенням продуктивності водойми. За рівнем евтрофікації водойми поділяються на оліготрофні (слабко евтрофіковані), мезотрофні (середньоевтрофіковані) та евтрофні (сильно евтрофіковані). Іноді також в окрему категорію виділяють гіперевтрофні (надсильно евтрофіковані) водойми – такі, де евтрофікація спричиняє масове відмирання біоти та різку зміну параметрів екосистеми.

В результаті евтрофікації, початок якої відноситься до середини 60-х років минулого століття, первинна продукція в Чорному морі в кінці 80-х років зросла мінімум в 2-3 рази, а в ПЗЧМ - в 3-4 рази [17].

Типовий приклад евтрофікації водних об'єктів («цвітіння» озера та моря) надано на рис.2.1.

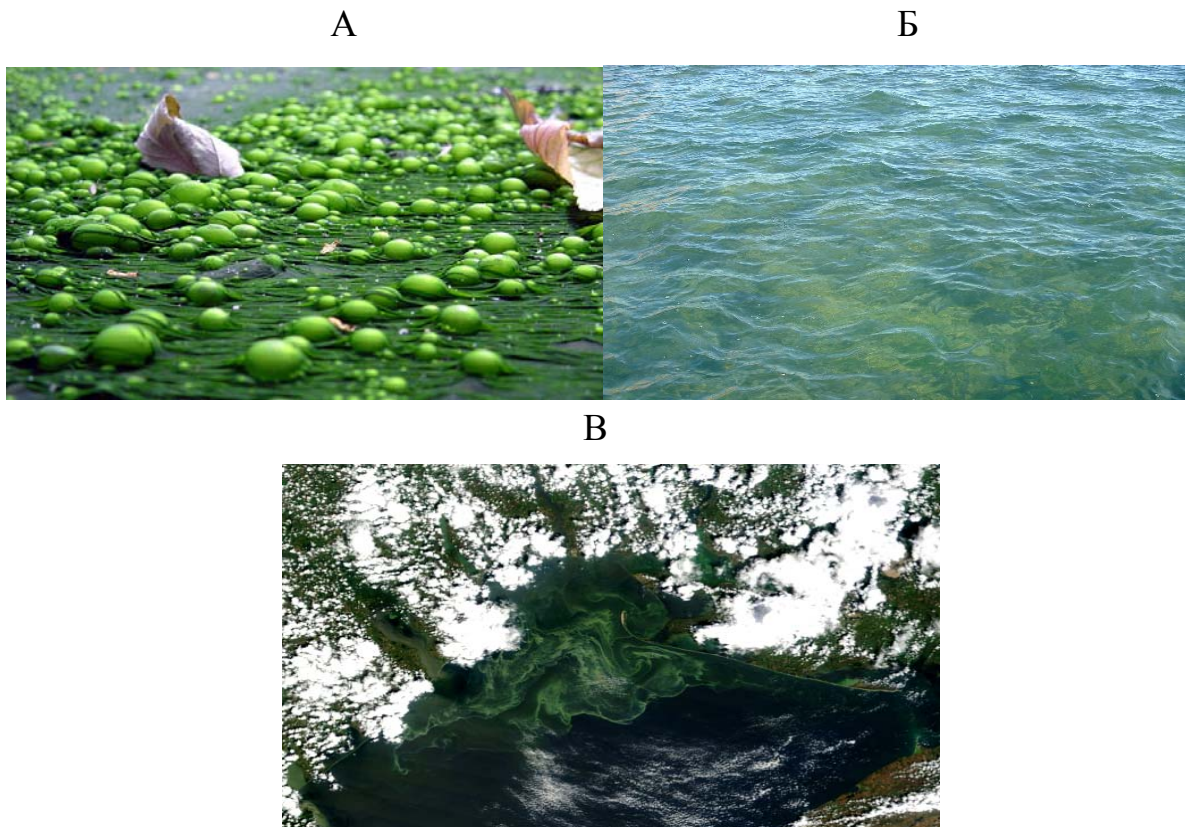


Рисунок 2.1 – Приклад евтрофікації водного об'єкту («цвітіння» озера – А, моря – Б, В – зона «цвітіння вод» на ПЗЧМ у 2013 р. за супутниковими даними (MODIS Aqua).

Згубність цього явища пов'язана з тим, що подальші ланки трофічного ланцюга не встигають споживати водорості, тим більше що збудники цвітіння нерідко виявляються погано засвоюється, а іноді й токсичними. Наприкінці вспиш кі фотосинтезу великі маси відмерлих клітин на дні, розкладаючись, і споживаючи в значних кількостях кисень, викликають появу гіпоксії та заморів донних організмів. Іншим негативним явищем є той факт, що під впливом евтрофікації не спрацьовують механізми, що

забезпечують стійкість і стабільність екосистем, в результаті чого різко зростають сезонні флуктуації хімічних і біологічних показників.

Наслідки "цвітіння" моря бувають різними. Якщо "спалах чисельності" дають водорості з токсичними властивостями, відбувається отруєння молюсків, риб, інших тварин, а також людини. Інший наслідок "цвітіння" води - це зниження її прозорості. В ПЗЧМ прозорість води з 20-10 м (по білому диску) в 50-ті роки знизився до 1-8 м у 80-ті роки. В результаті донні водорості, виростили на глибинах більше 5-10 м, виявилися настільки затіненими, що почали гинути. Від знаменитого філофорного поля Зернова площею 11 тис. кв. км до середини 80-х років залишилися острівці загальною площею менше 500 кв. км з незначною щільністю водоростей. Промислове значення філофори з цього поля як сировини для агарового промисловості було втрачено [18].

Найбільш небезпечним екологічним наслідком евтрофікації вод, як відомо, є виникнення гіпоксії, що нерідко переростає в аноксію і сірководневе зараження вод. У найважчих випадках гіпоксія і замори охоплювали площу, яка перевищує 20 тис. км², що призводять до загибелі донної фауни від 3 до 8 млн. т у рік. У зимовий період 2005 року в придонних водах придунайського району, включаючи навіть район о. Зміїний, спостерігався аномальний, близький до гіпоксійного, вміст розчиненого кисню (2,81 мг/дм³, або 39 % насичення). Очевидно, що гіпоксійні умови у цьому районі у попередній період року зберігалися на 1,5–2 місяці довше, ніж звичайно, що не могло не мати негативного впливу на морську екосистему і стан гідробіонтів [19].

Негативним екологічним наслідком евтрофікації вод є також замулення (реседиментація) донних відкладів (ДВ). Це важливий геоecологічний фактор, що призводить до загибелі нерестовищ, створення некротон (ділянки з мінімальною кількістю гідробіонтів), зміни структури і складу донних біоценозів, накопичення в донних відкладах нафтопродуктів й інших

забруднюючих речовин. Типовий вид таких донних відкладів надано на рис.2.2.



Ст. № 12

Ст. № 13



Ст. № 14

Ст. № 15

Рисунок 2.2 – Типовий вид реседиментації донних відкладів ПЗЧМ.

2.2 Проблема забруднення токсичними речовинами

У довкіллі знаходяться сотні різних хімічних сполук, але для будь-яких, навіть «найчистіших» регіонів або країн, визначається перелік найбільш небезпечних саме для цього регіону ЗР (пріоритетних забрудників). Для них характерні висока токсичність, здатність до накопичення в трофічних ланцюгах, стійкість в довкіллі. Серед показників токсичності - визначальні: канцерогенність, мутагенність, репродуктивне здоров'я і ендокринний статус людини, нервово-психічний розвиток дітей та ін. Близько 60 таких речовин увійшли до різних списків, що передбачають

обмеження їх поширення відповідно до Стокгольмської конвенції, переліком до Угоди Париж-Осло по захисту морського довкілля і північно-східної частини Атлантики, Програмою мінімізації відходів Агентства США з довкілля охорони та ін.

Більшість синтетичних органічних сполук з'явилося в ХХ столітті. Їх масове виробництво почалося з 30-х років минулого століття, і з тих пір воно тільки зростає. Так, сумарне світове виробництво збільшилося з 150000 тонн в 1935 році до понад 150 мільйонів тонн синтетичних матеріалів на початку 1995 року [20-21].

З приблизно 1000 відомих токсичних забруднювачів навколишнього середовища близько половини містять хлор.

Велика частина хлорвмісних речовин, включаючи і більшість стійких органічних забруднювачів (СОЗ), надзвичайно небезпечні. Останні кілька десятиліть швидке зростання промисловості привело до широкого поширення високотоксичних хімічних сполук. СОЗ мають ряд властивостей:

- зберігаються в навколишньому середовищі протягом тривалого часу до свого повного розкладання;
- переносяться на великі відстані в усі куточки земної кулі, причому навіть в райони, віддалені на тисячі кілометрів від найближчого джерела СОЗ;
- накопичуються в тканинах всіх живих організмів, які споживають СОЗ разом з їжею, питною водою або атмосферним повітрям;
- отруюють людей і тварин, викликаючи токсичні порушення широкого спектра.

До числа пріоритетних забруднюючих речовин морського середовища слід віднести нафту і нафтопродукти, хлоровані вуглеводні та токсичні метали.

Нафтове забруднення широко розповсюджено в Чорноморському басейні, про що свідчить розподіл нафтових розливів на поверхні акваторії Чорноморського басейну (рис.2.3).

а



б



Рисунок 2.3 – Карта розподілу нафтових розливів в 2009 р. у Чорному морі (за даними satellite SAR) – а; нафтове забруднення Азовського моря після аварії у Керченській протоці – б.

Велика група організмів живиться нафтою, наприклад нафторуйнуючі бактерії, інші успішно ростуть на твердих грудках мазуту, плаваючих на поверхні моря. Це одноклітинні водорості, гриби, ракоподібні молюски.

Нафтові поля з грудочок мазуту розглядаються в якості специфічної екологічної ніші на поверхні пелагіалі [22-23].

Відповідно до різних міжнародних угод близько 60 хімічних речовин увійшли в списки, які передбачають обмеження їхнього поширення й обов'язковий контроль змістів в об'єктах навколишнього середовища. Із цих списків виділена група стійких органічних забруднювачів (СОЗ), названих «брудною дюжиною»: алдрин, ендрин, диелдрин, мірекс, ДДТ, гексахлорбензол, гептахлор, токсафен, хлордан, поліхлоровані біфеніли, дибензо-п-діоксини й дібензофурані. В 2003 р. у рамках проекту, спрямованого на проведення оцінки погрози СОЗ для навколишнього середовища й здоров'я людини, ООН рекомендувала розширити перелік контрольованих хімічних сполук, включивши в нього 16 пріоритетних поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) і шість ефірів фталевої кислоти.

ПАВ – обмежено летючі стійкі органічні забруднювачі – володіють канцерогенним, мутагенним, тератогенним, гепатотоксичною дією. Вони здатні акумулюватися в ліпідних тканинах живих організмів і викликати різні важкі захворювання. Основними антропогенними джерелами емісії ПАВ в навколишнє середовище є викиди промислових підприємств (утворюються при високотемпературній переробці органічної сировини), автотранспорт (у вихлопних газах автомобілів виявлено більше 150 ПАВ), авіація, судноплавство, видобуток і транспортування нафти. Із природних джерел, що створюють фоновий рівень ПАВ, слід зазначити їхній синтез деякими рослинами й мікроорганізмами, лісові пожежі, вулканічну активність. Паралельно з нагромадженням ПАВ в навколишнім середовищі відбувається і їхня деградація. Існують бактерії, що сприяють метаболізму ПАВ у водоймах і ґрунті, в атмосфері деякі ПАВ частково розкладаються під дією УФ-випромінювання.

Хлоровані вуглеводні - високомолекулярні органічні речовини, в число яких входять хлорорганічні пестициди: ДДТ, його метаболіти (ДДЕ і ДДД),

різні ізомери гексахлорциклогексана (α, γ - ГХЦГ) і поліхлоровані біфеніли (ПХБ), відносяться до найбільш екологічно небезпечних забруднюючих речовин.

Хлоровані вуглеводні групуються в декілька основних класів:

1. Хлоровані біфеніли, що представляють собою суміш біфенілів, частково чи повністю заміщені атомами хлору;
2. Хлоровані аліфатичні вуглеводні, що містять циклічні та нециклічні вуглеводні;
3. Хлоровані ароматичні вуглеводні;
4. Хлоровані продукти дієнового синтезу.

Схожість хімічної структури ДДТ і ПХБ визначає загальний характер їх токсичної дії на морські організми, причому, ПХБ, у складі яких присутні суміш отруйних хлорованих дибензофуранів і діоксинів, відзначаються більшою токсичністю, ніж інші хлоровані вуглеводні. Токсичність зменшується в ряду: ПХБ, ДДТ, ДДЕ, дільдрин і далі. У цілому спектр впливу хлорованих вуглеводнів на різні види гідробіонтів досить широкий, їх токсичність проявляється при більш низьких рівнях змісту, ніж інші ЗР [24], і з рибогосподарської точки зору їх присутність у воді неприпустима. Більшість сполук досі використовуються різними країнами як пестициди: гексахлорбензолы, гексахлорциклогексани, особливо γ -ізомери (ліндан), ДДТ, а також такі циклодієни, як альдрін, дільдрин, гептахлор.

Канцерогенні речовини це –хімічно однорідні сполуки, що проявляють активність до трансформації та здатні викликати канцерогенні, терагенні (порушення процесів ембріонального розвитку) або мутагенні зміни в організмах. Залежно від умов впливу вони можуть призводити до інгібування росту, прискорення старіння, порушення індивідуального розвитку і зміни генофонду організмів. До речовин, що володіють канцерогенними властивостями, відносяться хлоровані аліфатичні вуглеводні, вінілхлорид, і особливо, ПАВ.

Разом з СО₂ до пріоритетних забрудників відносять також деякі речовини, що мають неорганічну природу - це так звані важкі токсичні метали (ТМ).

ТМ - група хімічних елементів з властивостями металів і значною атомною вагою або щільністю. Серед різноманітних ЗР важкі метали (у тому числі ртуть, свинець, кадмій) та їх сполуки виділяються поширеністю, високою токсичністю, багато з них - також здатністю до накопичення в живих організмах. Вони широко застосовуються в різних промислових виробництвах. Важкі токсичні метали (ртуть, свинець, кадмій) відносяться до числа розповсюджених і вельми токсичних ЗР.

ТМ широко застосовуються в різних промислових виробництвах, тому, незважаючи на очисні заходи, зміст сполуки важких металів у промислових стічних водах досить високий. Великі маси цих сполук надходять в морське середовище через атмосферу. Для морських біоценозів найбільш небезпечні: ртуть, свинець і кадмій.

Ртуть потрапляє у морське середовище з материковим стоком і через атмосферу. При вивітрюванні осадових і вивержених порід щорічно виділяється 3,5 тис. т ртуті. У складі атмосферного пилу втримується близько 12 тис. т ртуті, причому значна частина - антропогенного походження. Близько половини річного промислового виробництва цього металу (910 тис. т/рік) різними шляхами попадає в океан. У районах, забруднених промисловими водами, концентрація ртуті в розчині й взвесах сильно підвищується.

При цьому деякі бактерії переводять хлориди у високотоксичну метілртуть. Зараження морепродуктів неодноразово приводило до ртутного отруєння прибережного населення.

Свинець - типовий розсіяний елемент, що міститься у всіх компонентах навколишнього середовища: у гірських породах, ґрунтах, природних водах, атмосфері, живих організмах. Свинець активно розсіюється в навколишнє середовище в процесі господарської діяльності людини. Це викиди з

промисловими і побутовими стоками, з димом і пилом промислових підприємств, з вихлопними газами двигунів внутрішнього згорання. Міграційний потік свинцю з континенту в океан йде не тільки з річковими стоками, але і через атмосферу. З континентальної пилом океан отримує 20-30 т свинцю в рік.

Кадмій - один з найбільш токсичних важких металів віднесений до 2-го класу небезпеки - "високонебезпечні речовини". У природних умовах кадмій потрапляє в підземні води в результаті вилуговування руд кольорових металів, а також в результаті розкладання водних рослин і організмів, здатних його накопичувати. В останні десятиліття стає превалюючим антропогенний фактор забруднення кадмієм природних вод.

Існують також класифікації суперекотоксикантів за їх канцерогенною дією. Як правило, до канцерогенів відносять речовини, дія яких достовірно збільшує частоту виникнення пухлин. Зазвичай хімічні канцерогени класифікують згідно з їх природою і структурою:

- поліциклічні ароматичні вуглеводні і їх гетероциклічні з'єднання;
- ароматичні азоз'єднання;
- нітрозаміни і нітроаміни;
- метали, металоїди і неорганічні солі.

Недоліки цієї класифікації очевидні, оскільки не усі речовини представлених груп мають канцерогенність. Не виключається і можливість того, що інші з'єднання можуть викликати виникнення і розвиток пухлин.

Іноді хімічні канцерогени класифікують залежно від характеру їх дії на організм:

- речовини місцевої дії, зухвалі пухлини на місці аплікації, наприклад бенз(а)пирен;
- агенти селективної дії, зухвалі пухлини певної локалізації, наприклад вінілхлорид;
- речовини множинної дії, індукуючі пухлини різної морфологічної структури в різних органах і тканинах, наприклад 2-ацетиламинофлуорен.

Подібне ділення досить умовно, оскільки залежно від методу введення в організм або часу експозиції, об'єкту дослідження і дози канцерогену може мінятися локалізація пухлин і їх морфологія.

2.3 Мікробіологічне забруднення вод

В результаті безпосереднього зливу господарчо-побутових стоків, особливо в прибережну частину, Чорне море в значній мірі схильне до забруднення різними хвороботворними бактеріями і вірусами, а також паразитами. Все це створює загрозу здоров'ю як морським тваринами, так і безпосередньо людині. Так, в прибережних державах неодноразово наголошуються спалахи таких інфекційних важких захворювань як гепатит А і холера.

Основою мікробіологічне забруднення є алохтонні мікроорганізми. В основному це умовно-патогенні і патогенні бактерії групи кишкової палички (БГКП), які при попаданні в морські води у складі різного роду господарчо-побутових стоків швидко адаптуються до нових умов.

Найпотужнішим чинником бактерійного забруднення ПЗЧМ був і залишається в даний час стік р. Дунай. Гирлова область його української частки складається з Килійського гирла і ділянки узмор'я. Вивчення чисельності БГКП у водній товщі і донних відкладах придунайського району, включаючи дельту Дунаю, виявило широкий діапазон коливань чисельності кишкових бактерій.

У всі сезони року кількість бактерій в пригирлових районах майже на порядок вище в порівнянні з відкритою акваторією і у декілька разів — з прибережними зонами. Трансформація річкового стоку охоплює обширні акваторії в десятки миль, призводячи до закономірного зниження щільності і біомаси бактериопланктона у міру видалення від пригирлових зон.

У прибережних районах істотний вклад до формування чисельності бактериопланктона вносять стоки міст і портів.

Першими з проблемою бактерійного забруднення моря зіткнулися санітарно-епідеміологічні служби, контролюючі поверхневий шар води в зонах рекреації прибережної зони ПЗЧМ. Згідно з їх даними в 1970-і роки коли-індекс (К-І – кількість кліток БГКП в 1 дм³ води) в зоні рекреації Одеської затоки частенько перевищував (в середньому за рік в 7 разів) допустиму для того періоду норму (не більше 1000). Окрім цього, починаючи з 1973 р. було встановлено, що в донних відкладах БГКП зустрічалися досить часто, складаючи в середньому від 50 до 110 кл./г вологого ґрунту. Проте на ділянках, розташованих близько до випуску господарчо-побутових стічних вод, а також на морських пляжах в зоні гідротехнічних споруд з обмеженим водообміном чисельність БГКП перевищувала середню в 2–3 рази. Коефіцієнт накопичення цих бактерій в прибережних ґрунтах був дуже високим (більш за порядок) [13].

У водоростях, відібраних на ділянках з підвищеним рекреаційним навантаженням або розташованих в зоні впливу стоків, вміст БГКП був вищий, ніж на умовно чистих ділянках. Деякі водні організми, що концентрують в своєму тілі значну кількість хімічних елементів і бактерій, виконують функції біологічних фільтраторів. Дослідження мікробного забруднення мідій, відібраних як в зоні гідротехнічних споруд, так і з природних кам'янистих субстратів, встановили високу чисельність БГКП в різних органах і м'яких тканинах: вона нерідко перевищувала таку у воді на 1–4 порядки [12].

Слід підкреслити, що основна маса гідробіонтів в прибережних умовах виконує функції очищення лише у воді середнього забруднення або умовно чистою. Коли інтенсивність вступу стоків, що несуть з суші значну кількість алохтонної органічної речовини і алохтонних мікроорганізмів, превалює над процесами самоочищення, гідробіонти можуть служити джерелом вторинного бактерійного забруднення водного довкілля. Це повною мірою відносилось і до донних відкладів.

Серед кишкових бактерій, виявлених у воді і гідробіонтах Одеського побережжя, особливу небезпеку для здоров'я людей представляють патогенні бактерії роду *Salmonella* — збудники гострих шлунково-кишкових захворювань. Ці мікроорганізми в основному зустрічалися в тих прибережних ділянках, де був стік зливових вод, які, як відомо, служать джерелом фекального забруднення.

По масштабах мікробне забруднення ніяк не можна порівняти з масштабами антропогенної евтрофікації, але по соціальних і економічних наслідках анітрохи йому не поступається. Досить назвати такі наслідки, як епідемії холери, закриття пляжів для купання по санітарних показниках, простої в діяльності всієї бальнеологічної і рекреаційної інфраструктури, збитки в індустрії туризму.

2.4 «Біологічне» забруднення

Біологічне забруднення – це внесення до біоценозу чужорідних видів тварин, рослин і мікроорганізмів. Основними джерелами цього процесу є: водний транспорт, рибальство, промислові скидання і каналізаційні стоки, а також цілеспрямована антропогенна діяльність по інтродукції певних видів риб, ссавців та інші.

На протязі останніх десятиліть проблема екзотів набула великого значення в екології багатьох морів Світу. Чорне море виявилось реципієнтом для багатьох екзотичних видів. Деякі з них прижилися, і множилися настільки успішно, що спровокували великі екологічні проблеми серйозного економічного і соціального значення

Найбільш значним для біоти Чорного моря стало вселення молюска рапана і гребневика мнеміопсиса.

Ці два види попали в Чорне море з баластними водами танкерів, які виливаються в морі, коли судно приходить в порт призначення. Разом з ними в морі потрапляють і чужоземці, як правило – це личинки. Найбільш здібні

до адаптації види виживають і навіть можуть масово розмножитися. В цьому випадку вони масово упродовжуються в сталу екосистему, порушують рівновагу, що може привести до значних і необоротних наслідків [13].

У 1947 році недалеко від порту Новоросійськ був виявлений крупний брюхоногий молюск. Їм виявилася рапана з Японського моря. Не маючи в Чорному морі природних ворогів, але, отримавши багату кормову базу у вигляді устричних і мідійних банок, рапан став блискавично розмножуватися. Знищивши практично повністю популяцію устриць, рапан взявся за мідії, і вже сьогодні з'являються тривожні повідомлення про деградацію і зменшення біомаси цього молюска в російських і українських берегів.

У 1982 році в товщі води ПЗЧМ були виявлені медузообразні істоти, що не зустрічалися раніше в цих краях. Ними виявився гребневик, батьківщиною якого є Атлантичний океан. Як і рапан, не зустрівши природних ворогів, але всіляку кормову базу їх личинок, зоопланктону, ікри риби, гребневик став бурхливо розмножуватися. Вже до середини 80-х років він обігнав за чисельністю морську медузу аурелію, досягнувши загальної біомаси 1 мільярд тонн. З'ївши корми, призначені для чорноморських мешканців, гребневик підірвав природну кормову базу біоти, а це привело до різкого падіння чисельності риби і інших мешканців. Окрім цих видів, слід зазначити і інших випадкових вселенців Чорного моря: гідромедузу блакфордіву, буру водорість десмарестію, піщану мушлю мію, молюска скафарку, голландського і блакитного крабів і інш. [12-13].

3 ОСНОВНІ НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ВПЛИВ ЗАБРУДНЕННЯ НА СТАН ГІДРОБІОНТІВ

Найбільш значущий вплив на екосистему Чорного моря, як уже відомо, надають евтрофікація, токсичні речовини, мікробіологічне забруднення, появлення нових гідробіонтів і зміна живих організмів.

Негативний вплив хімічного забруднення на морські екосистеми загальновідомо. В результаті токсичного впливу ряду забруднюючих речовин відбуваються: акумуляція їх у гідробіонтах, зміни морфології гідробіонтів, порушення їх життєво важливих функцій і ряд інших негативних явищ [25].

Ефекти впливу CO₂ на живі організми добре вивчені. До них відносяться вроджені вади розвитку, утворення ракових пухлин, порушення імунної та репродуктивної систем. Наприклад, під впливом CO₂, відбулося різке зниження чисельності популяцій таких морських ссавців, як тюлень звичайний, морська свиня, дельфін і білуха [26].

Всі забруднюючі речовини, що надходять у природні води, викликають у них різні якісні зміни, які можуть проявитися в наступному вигляді: зміна фізичних властивостей води (порушення первісної прозорості і кольору, поява неприємних запахів і присмаків тощо); зміна хімічного складу води, зокрема, поява в ній шкідливих речовин; плаваючі речовини на поверхні води і відкладення на дні; скорочення кількості розчиненого кисню внаслідок витрати його на окислювання надходжених у водойму органічних речовин; поява нових мікроорганізмів і т.д.

Забруднення водних екосистем становить величезну небезпеку для всіх живих організмів, в тому числі і для людини. Екологічні наслідки забруднення морських екосистем виражаються в порушенні їх стійкості, прогресуючої евтрофікації, накопиченні хімічних токсинів в біоті, зниженні біологічної продуктивності, виникненні мутагенезу і канцерогенезу в морському середовищі, мікробіологічному забрудненні прибережних районів

моря. До певної межі морські екосистеми можуть протистояти шкідливим впливам хімічних токсикантів, використовуючи накопичувальну, окислювальну і мінералізуючу функції гідробіонтів.

Забруднення природних вод робить їх непридатними для пиття, купання, водного спорту і технічних потреб. Особливо згубно вони впливають на рибу, водоплавних птахів, тварин та інших водних організмів (гідробіонтів), які хворіють і гинуть у великих кількостях.

При залповому скиданні шкідливих речовин у поверхневі водні об'єкти виникає аварійне забруднення водних об'єктів, яке заподіює шкоду або створює загрозу заподіяння шкоди здоров'ю населення, нормальному здійсненню господарської та іншої діяльності, стану навколишнього природного середовища, а також біологічному різноманіттю.

Вплив нафти. Серед забруднюючих морських речовин на одному з перших місць знаходиться нафта і нафтопродукти. Для цього є як об'єктивні, так і суб'єктивні підстави. До перших відноситься те, що нафта і нафтопродукти, як правило, токсичні і при кількостях, що перевищують порогові рівні, призводять до пригнічення або загибелі тварин і рослин. Суб'єктивні підстави полягають у тому, що нафта і нафтопродукти в морі видимі і відчутні у вигляді плівки на воді, плям на пляжі, «гасового» запаху риби і, звичайно, у вигляді чорних потоків, спрямованих до берега від потерпілого від аварії танкера і т.д.

Нафтове забруднення небезпечно тим що:

- 1) обмежує взаємозв'язок океану та атмосфери;
- 2) знижує випаровування води;
- 3) зменшує насичення води киснем;
- 4) збільшує відображення сонячної енергії в світовий простір;
- 5) знижує проникнення сонячного світла в глибини морів, в результаті чого уповільнюється фотосинтез планктону, який є пасовищем для його мешканців. А зменшення фітопланктону в свою чергу веде до скорочення поглинання океаном вуглекислого газу [6].

Потрапляючи в морське середовище, нафта спочатку розтікається у вигляді поверхневої плівки, формуючи шари різної потужності. Нафтова плівка змінює склад спектру й інтенсивність проникнення у воду світла. Змішуючись із водою, нафта утворює емульсію двох типів: пряму - "нафта у воді"- і зворотну - "вода в нафті".

Нафта і нафтопродукти, покриваючи найтоншою плівкою водні поверхні, порушують газовий обмін між атмосферою і приповерхневими шарами води, а це згубно впливає на умови існування гідробіонтів. Також нафта та нафтопродукти можуть порушувати обмін енергією, теплом, вологою і газами між океаном і атмосферою. Зрештою, наявність плівки на поверхні моря може вплинути не тільки на фізико-хімічні і гідробіологічні умови в морі, але також і на клімат, на баланс кисню в атмосфері. Пляма не пропускає сонячні промені, уповільнює оновлення кисню у воді. В результаті перестає розмножуватися планктон – основний продукт живлення морських мешканців.

11 листопада 2007 року шторм у Керченській протоці став причиною безпрецедентної надзвичайної події в Азовському і Чорному морях - за один день затонули чотири судна, ще шість сіли на мілину, отримали пошкодження два танкери. З розламаного танкера "Волгонефть-139" в море вилилося більше 2 тис. т мазуту, на затонулих сухогрузах перебувало близько 7 тис. т сірки. Цю екологічну катастрофу вважають, однією з найбільш великих, у цьому регіоні. Близько 2000 птахів загинуло майже відразу і приблизно 30000 птахів повністю забруднені нафтою, в більшості випадків такі птахи приречені на загибель.

Риби піддаються впливу розливів нафти у воді при вживанні забрудненої їжі і води, а також при зіткненні з нафтою під час руху ікри. Загибель риби, виключаючи молодь, відбувається зазвичай при серйозних розливах нафти. Личинки і молодь риб найбільш чутливі до дії нафти, розливи якої можуть погубити ікру риб і личинки, що знаходяться на поверхні води, а молодь - у дрібних водах [25].

Взаємодія нафтових вуглеводнів і мікроорганізмів в донних відкладах може проявлятися у формі негативної дії високих концентрацій цих хімічних речовин на мікрофлору, поглинання і трансформацію нафтових вуглеводнів мікробними клітинами, які використовують їх в якості єдиного джерела вуглецю та енергії. Так, при різкому збільшенні шару нафтових вуглеводнів на поверхні донних відкладень у разі аварійних розливів погіршується кисневий режим гідробіонтів, що відображається на умовах трансформації речовин, здійснюваної вуглеводньо-окислювальними мікроорганізмами (бактеріями, дріжджами або міцеліальними грибами) [23].

Вплив хлорованих вуглеводнів. Найбільшу небезпеку для морського середовища представляють високомолекулярні органічні речовини, такі, як хлоровані вуглеводні, складаючі групу неприродних компонентів середовища (ксенобіотики). Багаторічне використання цих стійких хімічних сполук у багатьох країнах Світу призвело практично до повсюдного поширення і накопичення в природних екосистемах, у тому числі морських. За масштабом подій та генетичної небезпеки введення людством ксенобіотикою в навколишнє середовище прирівнюється з деякими великими і природними процесами [21].

Накопичення ДДТ у харчових ланцюгах чинить негативний вплив на їх кінцеві ланки. Встановлено, що на кожній ланці харчового ланцюга відбувається збільшення вмісту ДДТ в 10 разів. ДДТ токсичний практично для всіх живих організмів, що володіє здатністю до накопичення в організмі ссавців, володіє мутагенною, канцерогенною, імуно-, ембріо - і нейротоксичною дією, здатний змінювати гормональну систему, викликає хвороби печінки, анемію.

Період часу, по закінченню якого можуть виявитися негативні наслідки, виявляється різним для кожного рівня біологічної організації. Час, необхідний для прояву біологічних реакцій на зміну навколишнього середовища, зазвичай подовжується з кожним рівнем збільшення складності. В основі цього явища лежить біоаккумуляція. Небезпека кожної окремо

взятої забруднюючої речовини визначається його стійкістю в середовищі, здатність до біоаккумуляції і можливістю викликати негативні ефекти. Ступінь впливу забруднюючих речовин залежить також від умов середовища: температури, солоності, присутності інших забруднюючих речовин.

Виходячи з теоретичних уявлень про механізми інтоксикації гідробіонтів, відповідна реакція організму на інтоксикацію проявляється у вигляді зміни співвідношення пластичного і енергетичного обміну. В основі цього явища лежить порушення регуляторних механізмів метаболізму. Інтоксикація розвивається фазово: у початковий період отруєння оборотно і характеризується поряд з гнітючим впливом стимуляцією деяких функцій, пізніше фаза збудження змінюється фазою глибокого пригнічення, і якщо триває токсичну дію, організм гине [20].

Вплив токсичних металів. Важкі метали досить стійкі. Потрапляючи у водойми, вони включаються в кругообіг речовин і піддаються різним перетворенням. Неорганічні сполуки швидко зв'язуються буферною системою води і переходять в слаботорозчинні гідроокису, карбонати, сульфіді і фосфати, а також утворюють металорганічні комплекси, адсорбуються донними відкладами. Під впливом живих організмів (мікробів та інших) ртуть, свинець, миш'як піддаються метиліруванню, перетворюючись в більш токсичні алкільні з'єднання. Крім того, метали здатні накопичуватися в різних організмах і передаватися в зростаючих кількостях по трофічному ланцюгу. Особливо небезпечні ртуть, свинець, кадмій, цинк, мідь, миш'як, так як вони, потрапляючи з їжею в організм людини і вищих тварин, що можуть викликати отруєння [27].

Вважають, що велика частина неорганічних сполук металів надходить в організм риб з їжею. Через зябра і шкіру проникають розчинні диссоціюючі солі і металорганічні з'єднання.

Токсична дія більшості важких металів на риб обумовлено їх іонами. Концентровані розчини їх солей, володіючи в'язкою-припікаючою дією,

порушують функції органів дихання. У слабких розведеннях, проникаючи в організм, вони порушують проникність біологічних мембран, знижують вміст розчинних протеїнів, які зв'язуються із сульфгідрильними та аміногрупами білків і викликають тим самим пригнічення активності ферментів. Гідроокиси заліза і марганцю, осаджуючись на зябрах і ікрі, порушують газообмін, що призводить до асфіксії [27].

Забруднення водойм ртуттю викликає отруєння водних тварин і вельми небезпечно для людини через накопичення її сполук в харчових гідробіонтах. Металева ртуть та її неорганічні солі менш токсичні для риби, ніж органічні сполуки. Висока токсичність органічних препаратів ртуті пояснюється тим, що органічний радикал сприяє проникненню їх в організм, що призводить до тяжкого отруєння, ураження центральної нервової системи, печінки, нирок та інших органів за рахунок інгібування тілових ферментів біосинтезу білків. Ртутні препарати мають гонадотропну і ембріотоксичну дію. З неорганічних сполук на рибу діють в основному розчинні солі ртуті - хлориди, сульфати і нітрати. З'єднання, що містять ртуть є високотоксичними для риби та інших гідробіонтів. Токсичність ртуті в м'якій воді вище, ніж у жорсткій.

Хронічне отруєння риби розвивається при тривалому впливі концентрацій. При цьому в органах риби та кормових організмах накопичується значна кількість ртуті, що перевищує її концентрацію у воді в сотні і тисячі разів. Поглинання органічної ртуті відбувається в 10 разів швидше, ніж неорганічної. Тому в гідробіонтах вона становить близько 90 - 100% від загального вмісту ртуті. Спостерігається тенденція до збільшення концентрацій ртуті з віком риби.

При гострому отруєнні свинцем спочатку з'являється занепокоєння, частішає дихання, потім розвивається загальне пригнічення і сповільнюється дихання. Зябра і шкіра покриваються шаром коагульованого слизу, в них виявляються набряк тканин, некробіоз і злущування покривного епітелію, розпад клітин шкіри. При хронічному отруєнні зовнішні ознаки і місцева

реакція у зябрах і шкірі виражені слабше, переважають некробіотичні зміни у внутрішніх органах.

Для дії свинцю також характерні потемніння хвостового стебла (симптом нейротоксикозу) і викривлення тіла риб. Паралельно з цим виявляються вогнищевий некроз паренхіми печінки, нирок і селезінки, дистрофія м'язових пучків міокарда, хроматоліз нейронів середнього мозку, резорбція статевих клітин, гемосидероз в селезінці та нирках.

За хімічними властивостями кадмій подібний цинку. Він може заміщати останній в активних центрах ферментів, що містять метал, призводячи до різкого порушення у функціонуванні ферментативних процесів. У водних системах кадмій зв'язується з розчиненими органічними речовинами, особливо якщо в їх структурі присутня сульфгідрильні групи SH. Кадмій утворює також комплекси з амінокислотами, полісахаридами, гуміновими кислотами.

Кадмій зазвичай проявляє меншу токсичність по відношенню до рослин у порівнянні з метилртуттю і зіставимо по токсичності зі свинцем. При вмісті кадмію від 0,2-1 мг/л сповільнюються фотосинтез і ріст рослин. Цікавий наступний зафіксований ефект: токсичність кадмію помітно знижується в присутності деяких кількостей цинку, що ще раз підтверджує припущення про можливість конкуренції іонів цих металів в організмі за участь у ферментативному процесі.

Поріг гострої токсичності кадмію варіює в межах від 0,09 до 105 мкг/л для прісноводних риб. Збільшення жорсткості води підвищує ступінь захисту організму від отруєння кадмієм. З організму людини кадмій виводиться протягом тривалого періоду (близько 30 років) [21].

Небезпека кожної окремо взятої забруднюючої речовини визначається її стійкістю в середовищі, здатністю до біоаккумуляції і можливістю викликати негативні ефекти. Ступінь впливу ЗР залежить також від умов середовища: температури, солоності, присутності інших забруднюючих речовин. Небезпечний характер ЗР проявляється в їх токсичному,

мутагенному або канцерогенному ефекті. Потенційними канцерогенами можуть бути ті хімічні сполуки, які викликають розрив хромосом, зокрема, важкі метали (свинець, миш'як), пестициди, поліциклічні і поліароматичні вуглеводні, радіоактивні речовини. В основі цього явища лежить порушення регуляторних механізмів метаболізму [21].

Екологічні наслідки забруднення Чорного моря зображено на схемі 3.1.



Рисунок 3.1 – Екологічні наслідки забруднення Чорного моря біогенними елементами, забруднюючими речовинами.

Період часу, по закінченню якого можуть виявитися негативні наслідки, виявляється різним для кожного рівня біологічної організації. Час, необхідний для прояву біологічних реакцій на зміну навколишнього середовища, звичайно подовжується з кожним рівнем збільшення складності, В основі цього явища лежить біоаккумуляція (табл.3.1).

Таблиця 3.1 – Рівні біологічної організації й час, необхідний на їх вивчення

Рівень	Біологічна організація	Час, необхідний для вивчення ефекту
1	клітинно–біохімічний	хвилини–години
2	організменний	години–місяці
3	модельні співтовариства (макрокосм)	дні–роки
4	популяційна динаміка	місяці–декади
5	динаміка і структура співтовариств	роки–десятиліття

Вплив отруйних речовин можна звести до наступних наслідків на організмовому рівні:

- а) загибель організмів, викликана гострою токсичністю;
- б) смертність гідробіонтів, викликана хронічно тривалим впливом;
- в) негативні зміни параметрів наступних типів:
 - 1) морфологічних (запалення, дегенерація, регенерація, неоплазія, генетичні перебудови);
 - 2) фізіологічних (зміна росту і виживання організмів, внаслідок чого відбувається зниження можливості збереження генетичного фонду популяції);
 - 3) етологічних (придушення хеморецепторів, за допомогою яких контролюється пошуково–харчова поведінка, залицяння, розмноження, симбіотичні, паразитичні зв'язку та ін);
 - 4) біохімічних.

Для окремих речовин токсичність проявляється на всіх видах морських організмів, що видно з таблиці 3.2, інші ж ЗР шкідливо впливають лише на окремі види або на організми на певній стадії їх розвитку.

Таблиця 3.2 – Міра токсичності основних забруднюючих воду речовин

Забруднююча речовина	Планктон + інвертована личинка	Личинка в початковій стадії інверсії	Ракоподібні	Молюски	Риби
Метал					
мідь	+++		+++	+++	+++
свинець			+		+++
цинк	+		++	++	++
ртуть	++++		+++	+++	+++
кадмій					++++
Неорганічне речовина		++	+++	++	+++
хлор					++++
CNCI					++++
ціанід			+++	++	++++
фтор					++
сульфід					+++
Органічне речовина					
меркаптан					+++
фенол	+++		++	+	++
крезол			++	++	++
формальдегід			+		+
гербіциди		+++	+++	+++	+++
хлор-і фосфор органічні пестициди			++++		++++
Нафта і нафто-продукти сирі нафти, рідке паливо нижчі арома-тичнівугле-водні легкі фракції нафти	++	0	0	0	+
ПАР	+				+
	+++	+++	++	++	++

Примітка: + + + + – П'ятдесятивідсотковий летальний результат при концентрації менше 0,3 мг / л за 24 год; 0 – при концентраціях більше 1 мг/л.

На основі аналізу численного експериментального матеріалу, встановлено, що в порядку зниження токсичності ЗР розташовуються в такий спосіб: хлорорганічні пестициди (ХОП) – нафтові вуглеводні (НВ) – СПАР. Діапазони мінімально діючих цих ЗР складають відповідно 0.00001 – 0.01; 0.01 – 0.1 та 0.1 – 1 мг/л. Метали в порядку зниження токсичності розташовуються так: ртуть (0.0001 – 0.01 мг/л) > мідь (0.0001 – 0.01 мг/л) > кадмій (0.001 – 0.1 мг/л) > свинець (0.01 – 0.1 мг/л) > цинк (0.01 – 0.1 мг/л).

Багато ЗР діють синергічно, наприклад, суміші міді та цинку в 8 разів більш токсична, ніж така ж кількість кожного з елементів окремо. Сучасні

гербіциди (симазин і атразин) швидко вбивають рибу при концентраціях 0.5–10 мг/л і надають антисептичну вплив на водні рослини.

Вплив евтрофікації, як показано вище, проявляється у виникнення гіпоксії, що нерідко переростає в аноксію і сірководневе зараження вод, у виникненні процесу реседиментації і в результаті - створення некрозон. Зони розповсюдження цього негативного явища за даними екологічних зйомок УкрНЦЕМ у 2012 - 2016 рр. надано на рис.3.2

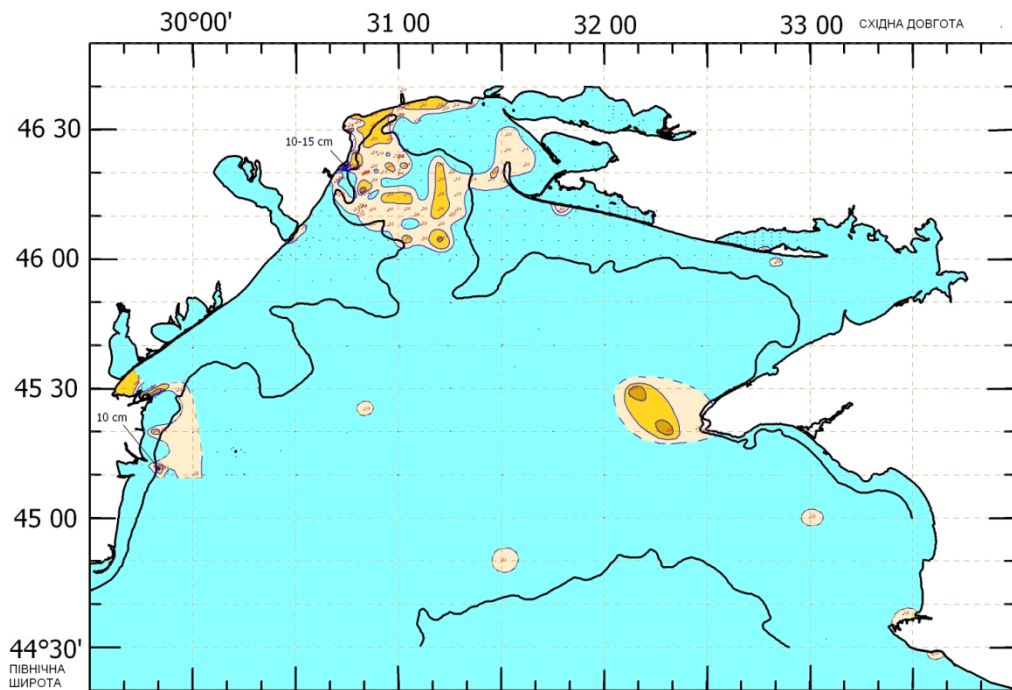


Рисунок 3.2 – Карта сучасної реседиментації північно-західного шельфу Чорного моря за даними 2012-2016 рр [28].

Іншим прикладом впливу евтрофікації на екологічний стан ПЗЧМ являє собою зниження прозорості води і нестача сонячного світла для нормального фотосинтезу макрофітів. Цей процес особливо наочно проявився на прикладі Філофорного поля Зернова (ФПЗ) – скупчення червоної агароносної водорості роду філофора (*Phyllophora*), розташованого в центральній області північно-західного шельфу. Це унікальне природне явище – єдине місце у Світовому океані.

ФПЗ – це не тільки скупчення червоної агароносної водорості філофори (*Phyllophora*), це місце народження і розвитку багатьох видів гідробіонтів. У результаті процесу фотосинтезу фітопланктону та інших водних рослин ФПЗ постачається значна кількість кисню. Екологічний стан ФПЗ обумовлює і відображає, в значній мірі, екологічний стан всієї ПЗЧМ. За останні два десятиріччя площа ФПЗ і біомаса філофори зменшилися більш ніж у 10 разів.

Для сучасного стану ФПЗ (моніторингові дані рейсу НДС “В. Паршин”, січень 2005 р.) характерна однорідна структура макрофітів з обмеженою кількістю вікових класів. Можна припустити, що зараз відбувається омолодження популяції *Phyllophora brodiaei* (філофори Броді) після попереднього замору. Ці водорості були виявлені на глибинах від 20 до 28 м, де вони були приурочені до мідієвих черепашкових ґрунтів. У південно-східному районі ФПЗ стан прикріпленої філофори Броді був гірший, ніж в інших районах (темного кольору, дрібна, деякі її таломі позеленілі), що свідчить про поганий екологічний стан району [18].

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ ЗА КОМПЛЕКСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

За даними моніторингових досліджень УкрНЦЕМ надано сучасний екологічний стан Одеського регіону і окремих районів ПЗЧМ за індивідуальними і комплексними показниками [29].

4.1 Стан евтрофованості вод

Основними гідрохімічними показниками евтрофікації вод є рівень концентрацій БР –сполук азоту, фосфору, кремнію, розчиненого у воді кисню, хлорофілу - а.

Біогенні речовини. Вміст розчиненого у воді кисню є одним з визначаючих показників стану екосистеми морських вод, індикатором відношення інтенсивності первинної продукції органічної речовини і інтенсивності її біохімічного окислення.

Середній вміст кисню в поверхневих прибережних водах Одеського регіону у 2016 р. був на рівні 10,2 мг/дм³ (103,6 % насичення) і змінювався в діапазоні 6,6 –13,6 мг/дм³ (82,8–144,0 % насичення). Максимальне насичення вод киснем спостерігалось в червні в районі впливу стоку вод СБО «Південна», при інтенсифікації процесів фотосинтезу фітопланктону. Вміст кисню в поверхневому шарі прибережних вод Одеського регіону не знижався менш рівня ГДК (6,0 мг/дм³ для вод рибогосподарських водойм).

Мінімальні значення вмісту кисню в придонному шарі 6,1 – 6,6 мг/дм³ (57,5-63,9 % насичення) спостерігались в районі Дунайського узмор'я. В серпні на узмор'ї Дунаю в придонних водах на глибинах більш 9 м спостерігалась гіпоксія з вмістом кисню 1,3-3,0 мг/дм³ (14,4-40,0 % насичення), при цьому насичення вод киснем в поверхневому шарі досягало

191% при концентрації $10,8 \text{ мг/дм}^3$, що характеризує високий ступень евтрофованості вод (рис. 4.1).

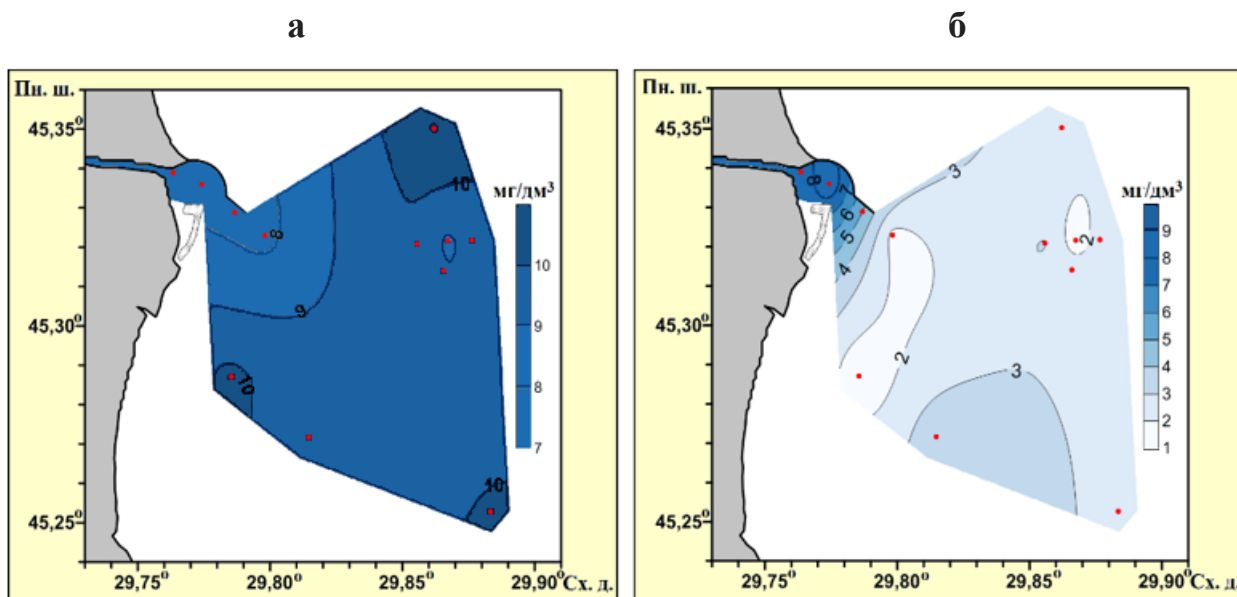


Рисунок 4.1 – Просторовий розподіл розчиненого кисню в поверхневому та придонному шарах в серпні 2016 р. на узмор'ї р. Дунай – а)поверхневий шар; б) придонний шар.

Вміст розчиненого мінерального фосфору (фосфатів) в прибережних водах Одеського регіону у 2016 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($<5 \text{ мкг/дм}^3$) до $73,0 \text{ мкг/дм}^3$ і в середньому за рік склав величину $10,7 \text{ мкг/дм}^3$. В мористих районах ПЗЧМ за даними екологічної зйомки в травні вміст фосфатів змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($<5 \text{ мкг/дм}^3$) до $11,7 \text{ мкг/дм}^3$. На Дунайському узмор'ї концентрації фосфатів в зоні гирла Бистре в серпні досягали $52,7 \text{ мкг/дм}^3$, а в жовтні - $68,2 \text{ мкг/дм}^3$.

Вміст загального фосфору (суми мінеральних і органічних його форм) в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні $5,5$ – 137 мкг/дм^3 і в середньому за рік склав значення $29,1 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальні концентрації загального фосфору також спостерігались в січні. У період сезонних зйомок максимальний вміст загального фосфору відмічався на акваторії порту «Южний», в червні ($75,1 \text{ мкг/дм}^3$) і в жовтні ($41,3 \text{ мкг/дм}^3$).

В цілому за даними регулярного моніторингу стану прибережних вод Одеського регіону в період 2000-2016 рр. визначена тенденція до зниження середнього річного вмісту фосфатного і загального фосфору (рис. 4.2).

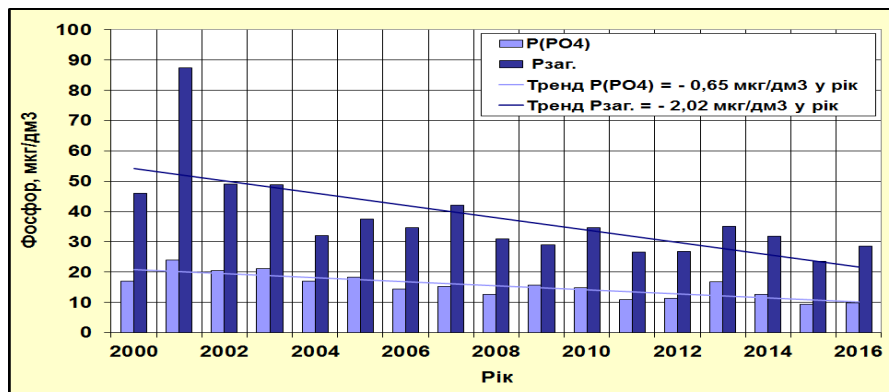


Рисунок 4.2 – Багаторічні зміни вмісту фосфатів і загального фосфору в прибережних водах Одеського регіону [29].

Вміст азоту нітритного в прибережних водах Одеського регіону у 2016 р. змінювався в діапазоні від аналітичного нуля ($<0,5$ мкг/дм³) до 8,0 мкг/дм³, дм³ (в середньому – 2,1 мкг/дм³). Підвищені концентрації нітритного азоту (до 10,0 мкг/дм³) відмічались в районі впливу ДЗ (СБО «Південна», п. «Южний»). Максимальні концентрації азоту нітритного (до 36,4мкг/дм³) спостерігались в районі узмор'я р. Дунай.

Вміст азоту нітратного в прибережних водах Одеського регіону коливався в діапазоні від аналітичного нуля ($< 5,0$ мкг/дм³) до 170 мкг/дм³, в середньому за рік склав 52,6мкг/дм³. В зоні впливу ДЗ (наприклад, стік дренажних вод) концентрації азоту нітратного досягали максимальних значень – 4980 мкг/дм³. Значні концентрації азоту нітратного спостерігались також в районі узмор'я р. Дунай – до 1517 мкг/дм³.

Вміст азоту загального (суми мінеральних і органічних форм) в прибережних водах Одеського регіону змінювався в діапазоні 134–958мкг/дм³ (в середньому – 533мкг/дм³). Підвищені концентрації спостерігались в районі впливу СБО «Південна». В складі загального азоту в

водах Одеського регіону значно переважає складова його органічної форми. В середньому відношення органічної складової азоту до суми мінерального азоту Nорг./Nмін дорівнювало 12. Максимальні концентрації азоту загального до 2024 мкг/дм^3 спостерігались на Дунайському узмор'ї.

За даними регулярних спостережень (2000–2016 рр.) в прибережних водах Одеського регіону визначається тенденція до зниження вмісту мінеральних форм – рис. 4.3 (а) і підвищення азоту загального (за рахунок його органічної складової) – 4.3 (б).

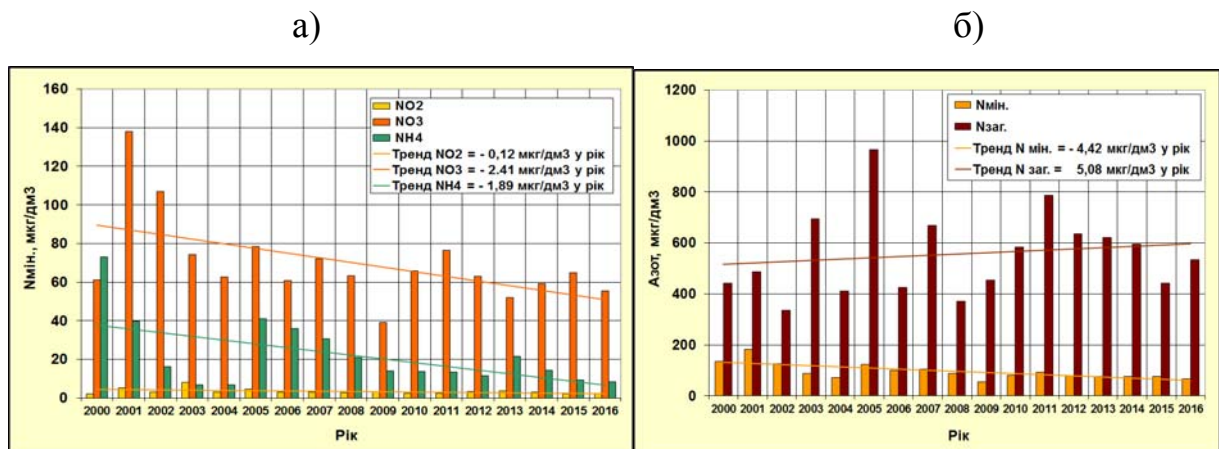


Рисунок 4.3 – Багаторічні зміни вмісту мінеральних форм азоту (а) і загального азоту (б) в прибережних водах Одеського регіону [29].

В цілому в прибережних водах Одеського регіону визначається тенденція до зниження вмісту фосфатного і загального фосфору, зниження суми мінеральних сполук азоту і тенденція до підвищення загального азоту за рахунок його органічної складової.

Хлорофіл-а. При оцінці ступеню евтрофованості вод, згідно рамкової Директиви морської стратегії Європейського союзу 2008/56/ЄС, концентрація хлорофілу-а є прямим показником ефектів збагачення вод БР.

Великомасштабні просторово-часові зміни вмісту хлорофілу - а в поверхневому шарі АЧБ відображені на рис.4.4.

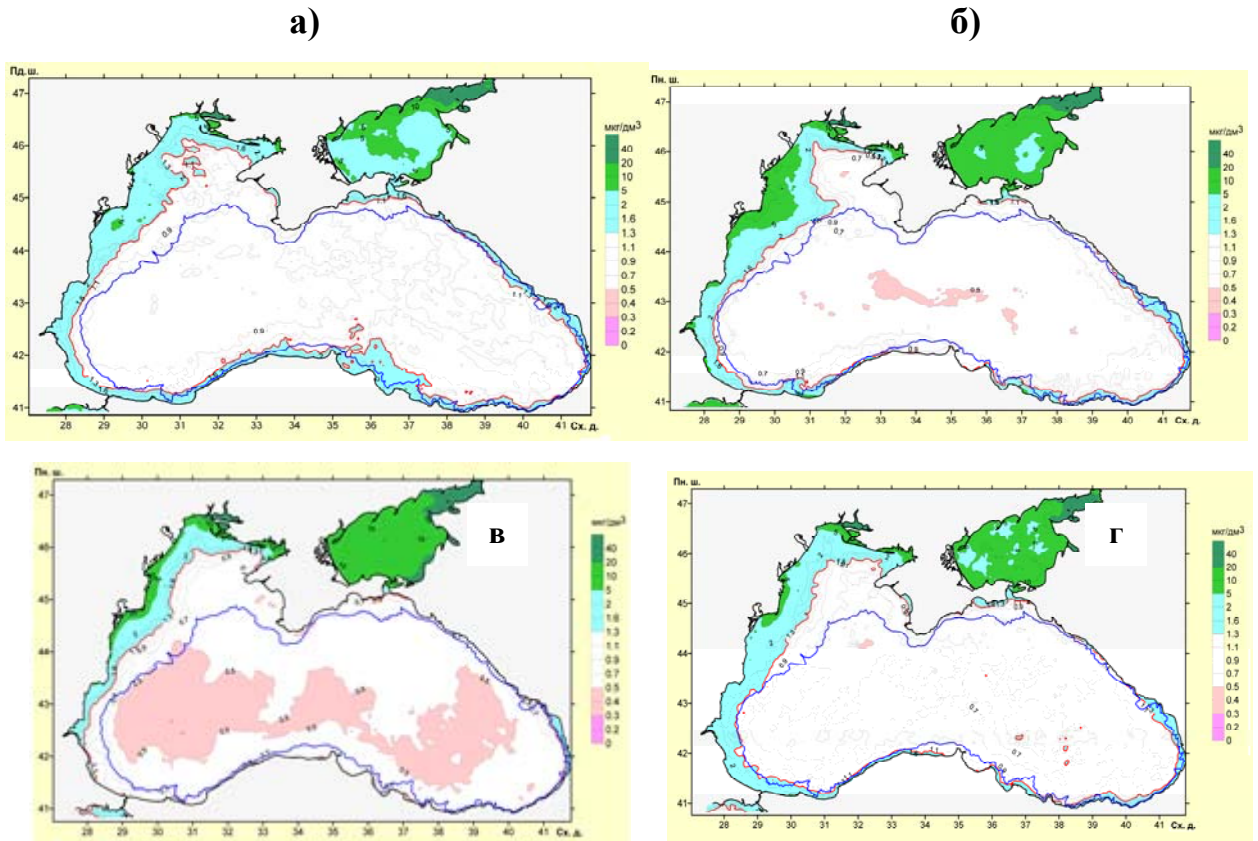


Рисунок 4.4 – Вміст хлорофілу-а в поверхневому шарі Чорного і Азовського морів в різні сезони 2016 р., мг/м^3 (за даними супутникових спостережень Aqua NASA, USA з просторовою дискретністю 4 км.), а) зима; б) весна; в) літо; г) осінь [29].

В Чорному морі підвищені середні річні значення хлорофілу-а (більш 5мг/м^3) спостерігались на шельфі в Дніпро-Бузькому, Дністровському і в Дунайському районах. З віддаленням від районів річкового стоку вміст хлорофілу-а значно зменшувався до $1,7\text{мкг/дм}^3$, в зоні змішування річкових вод та вод відкритого моря.

В сезонному ході високі концентрації хлорофілу-а постійно спостерігались в Дніпровському лимані. В пригирлових районах максимумами вмісту хлорофілу-а приходились, в основному, на весняний період – травень, у водах відкритого моря – на серпень, що обумовлюється часом поширення трансформованих річкових вод.

За багаторічними даними (2003-2016 рр.) у водах АЧБ відмічено тенденція до зниження хлорофілу-а на рівні статистичної значимості 95%. Ураховуючи наявність односпрямованої тенденції в усіх районах ПЗЧМ та в Азовському морі, можливо констатувати зниження рівня трофності морських вод України.

В найбільшій мірі тенденція до зменшення вмісту хлорофілу-а з кутовим коефіцієнтом - 0,15 мкг/дм³ у рік відмічена в Дніпро-Бузькому районі. Статистичні характеристики мінливості середніх місячних значень хлорофілу-а в Азовському морі і по окремих районах Чорного моря у 2016 р. наведено в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Статистичні характеристики мінливості середніх місячних значень хлорофілу-а (мкг/дм³) по районах Чорного моря в 2016 р. [27]

Район	Середнє	Максимум	Мінімум	СКВ*
1	2	3	4	5
Дніпро-Бузький	4,35	6,7	2,21	1,36
Дністровський	4,06	7,92	1,81	1,85
Дунайський	5,00	13,00	1,59	3,09
Каркінітська затока	3,28	5,27	1,75	1,19
Західний район Південного Криму	0,72	0,99	0,51	0,17
Східний район Південного Криму	0,87	1,13	0,58	0,21
Східний район відкритого моря	0,69	0,91	0,47	0,17

*–середнє квадратичне відхилення.

Інтегральні індекси трофності вод. Інтегральним показником рівня трофності вод є індекс E-TRIX, який змінюється відповідно з рівнем

трофності вод від 0 до 10. За цим показником трофність прибережних вод Одеського регіону в окремі періоди 2016 року відповідала «середньому», «високому» і «дуже високому» рівню (рис. 4.5).

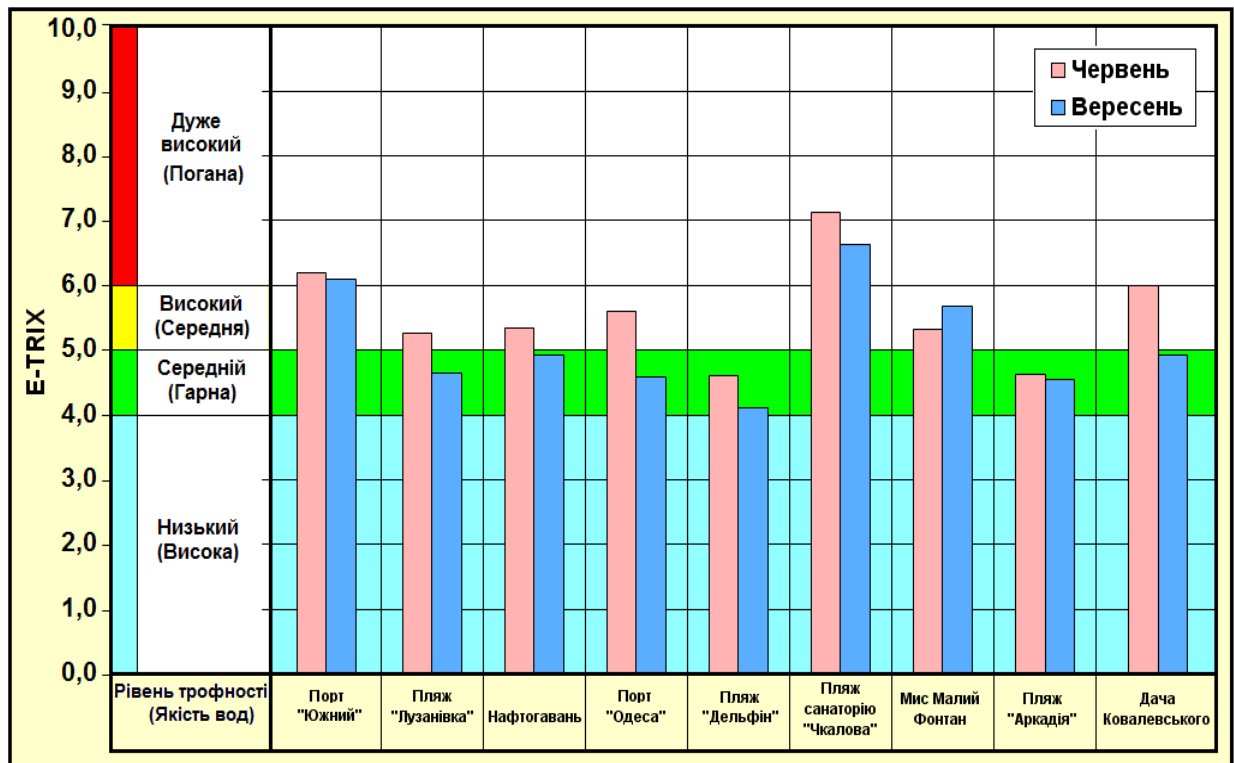


Рисунок 4.5 – Значення індексу трофності E-TRIX прибережних вод Одеського регіону в червні і вересні 2016 р. [29].

З початку сторіччя за показником індексу E-TRIX спостерігається тенденція до зниження рівня трофності вод і поліпшення їх якості в Одеському регіоні (рис.4.6).

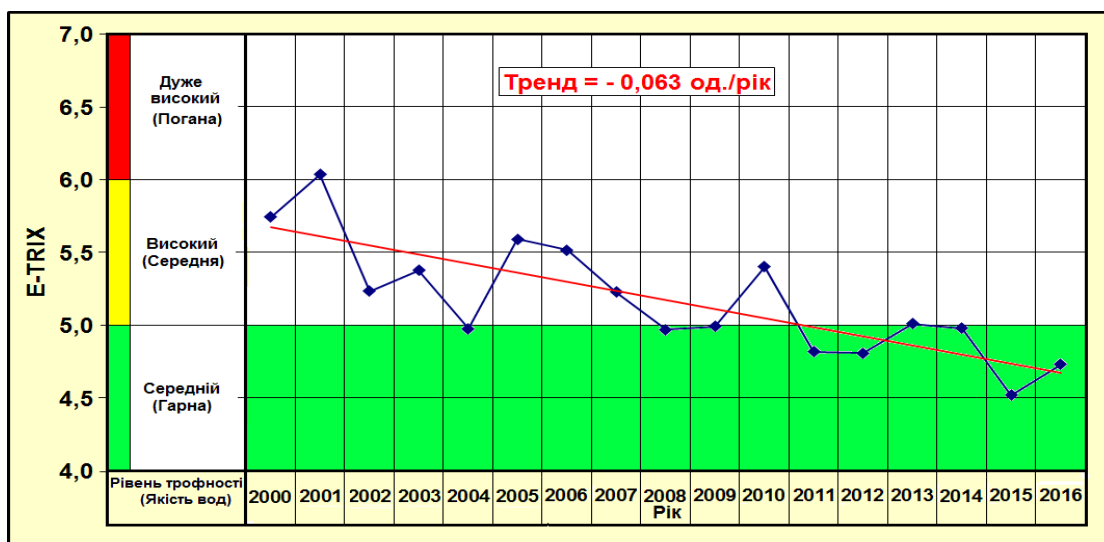


Рисунок 4.6 – Багаторічна мінливість трофності і якості прибережних вод Одеського регіону за показником індексу E-TRIX [29].

У 2016 р. води акваторії порту «Южний» і в зоні впливу стоку СБО «Південна» характеризувались «дуже високим» рівнем трофності.

4.2 Стан забруднення морського середовища токсичними речовинами

У морському середовищі Одеської затоки у 2016 р., як і у попередній період, виявлені токсичні ЗР: нафтові вуглеводні (НВ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) хлоровані вуглеводні, токсичні метали (ТМ), контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською Конвенцією.

Досить висока частота виявлення ЗР у морському середовищі характерна для НВ, поліхлорованих біфенілов (ПХБ), хлорорганічних пестицидів (ХОП) - ДДТ і його метаболітів ДДД і ДДЕ, ізомерів ГХЦГ і деяких ТМ.

Нафтові вуглеводні. У воді Чорного моря найвищі концентрації НВ, як правило, відзначалися в Одеському регіоні, на узмор'ї Дунаю, в прибережних водах Криму, що обумовлюється інтенсивним судноплавством, та наявністю і скупченістю значної кількості морських портів.

Рівень забруднення прибережних морських вод НВ був значним у всіх районах Одеського регіону. Перевищення ГДК ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) влітку було зафіксовано практично на усіх прибережних станціях. Максимальна концентрація НВ, як і в минулому році, перевищила ГДК у 5-6 разів. Максимальна концентрація в поверхневому шарі була відмічена на Дунайському узмор'ї р. Дунай. Концентрації НВ у відкритій частині ПЗЧМ коливались від $0,04 \text{ мг/дм}^3$ до $0,28 \text{ мг/дм}^3$.

В цілому у 93% випадках визначень концентрації НВ в поверхневих водах ПЗЧМ перевищували ГДК.

Полициклічні ароматичні вуглеводні. Сума 16ПАВ у воді ПЗЧМ варіювала в межах $1,5 - 14,2 \text{ нг/дм}^3$. Домінантними в водах шельфу були фенатрен, нафталін та флуорантен. Перевищення ГДК за даними індивідуальних і суми ПАВ в 2016 р. зафіксовано не було

Хлоровані вуглеводні. Концентрації хлорорганічних пестицидів суми ДДТ та його метаболітів (Σ ДДТ) у воді не перевищувала ГДК. Сума α - і β - його ізомерів гексахлорциклогексану також була нижче за ГДК (20 нг/дм^3). Але значення ліндану $0,32 \text{ нг/дм}^3$ в одиничних випадках перевищували ГДК ($0,2 \text{ нг/дм}^3$). Концентрації дільдрину в деяких районах прибережних вод перевищували ГДК ($0,07 \text{ нг/дм}^3$) до 13,5 разів. Концентрації гептахлору та гексахлорбензолу та альдріну були незначними і не досягали ГДК.

Концентрація суми поліхлорованих біфенілів (ПХБ), відносно стандарту Ar-1254, коливалася від $6,23 \text{ нг/дм}^3$ до $50,8 \text{ нг/дм}^3$, що практично співпадає з результатами 2015 р. Концентрація суми більш високомолекулярних ПХБ відносно стандарту Ar-1260 змінювалась від $0,45 \text{ нг/дм}^3$. Максимальне значення концентрації суми ПХБ $93,4 \text{ нг/дм}^3$ не перевищувало ГДК (100 нг/дм^3).

Токсичні метали. Перевищення норми ГДК в прибережних водах Одеського регіону токсичних металів спостерігалось за даними вмісту заліза, міді, цинку, кобальту, нікелю та хрому. Максимальне перевищення ГДК заліза (50 мкг/дм^3) у 10 разів було зафіксоване на станції в районі п.

«Южний». Мідь в концентрації більш ГДК (5,0 мкг/дм³) майже у 5 разів була присутня в районі Нафтогавані та на акваторії пляжної зони м. Одеса. Концентрації ртуті і хрому були нижче мінімальної границі їх визначення, окрім вмісту хрому (6,27 мкг/дм³) з перевищенням ГДК (5,0 мкг/дм³) в окремих районах прибережних вод.

Перевищення ГДК токсичних металів в жовтні на узмор'ї р. Дунай в поверхневому шарі спостерігались за показниками вмісту хрому в 5,9 разів і міді в 9-12 разів, концентрації миш'яку досягали ГДК, цинк та кобальт перевищували ГДК в 1,5 рази. Перевищення ГДК у придонному шарі в 2,5 рази відмічалось і за вмістом ртуті в дунайському регіоні.

За результатами інтегральної оцінки якості вод, виконаної на підставі екологічних нормативів якості морського середовища (ЕН), поверхневі води на узмор'ї р. Дунай відповідають «хорошому» класу якості, але за індивідуальними показниками (завислі речовини, ряд БР, і металів (мідь, ртуть, цинк, залізо), сума НВ і ХОП – сума ДДТ, ліндан, ділдрин та сума ПХБ) відповідають «середній», «слабкій», «поганій» і «критичній» якості (рис. 4.7).

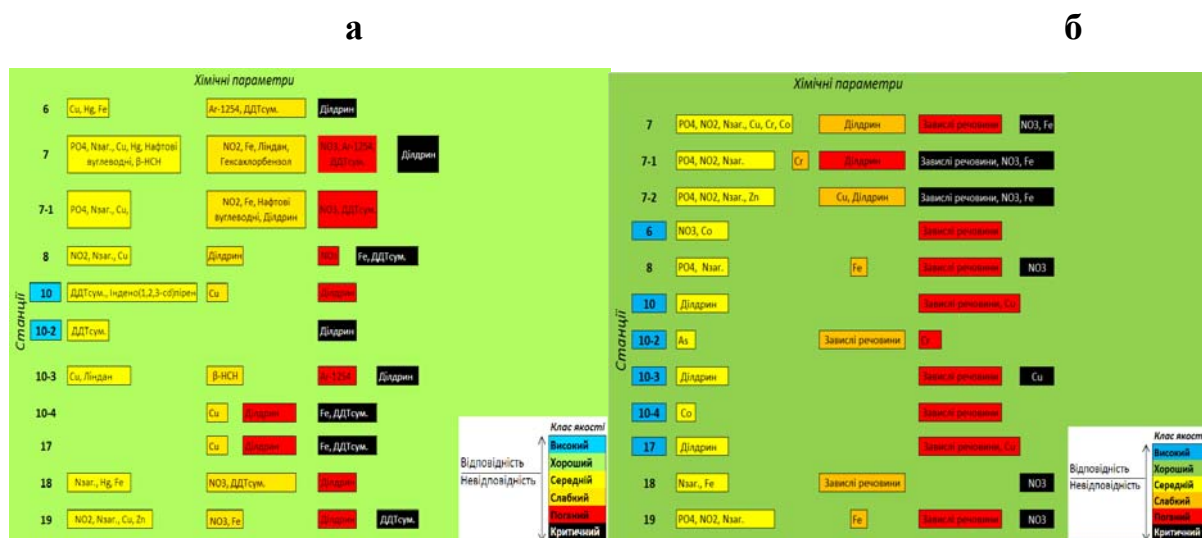


Рисунок 4.7 – Інтегральна оцінка якості поверхневих вод на узмор'ї Дунаю (а - серпень; б - жовтень-листопад 2016 р.).

В цілому слід визначити недостатню якість морських вод ПЗЧМ за досить великою кількістю індивідуальних показників, особливо в районах устя річок, акваторій портів, в районах потужних точкових джерел промислових і побутових скидів вод.

Сума нафтових вуглеводнів у ДВ знаходилась у межах від 0,03 мг/кг до 243 мг/кг. Максимальні концентрації знайдено в районі Дніпро - Бузького лиману, мінімальне значення зареєстровано в зоні Філофорного поля Зернова. Концентрації фенолів на ПЗЧМ були вище ГДК(0,05 мг/кг) у 3-8 разів.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні. ПАВ у пробах ДВ варіювала від 28,2 мкг/кг до 467 мкг/кг. Домінантними у пробах були: індено (1,2,3-cd) пірен, флуорантен та бензо(б)флуорантен. Перевищення ГДК було зафіксовано на узмор'ї р. Дунай по нафталіну у 4,5 разів, бензо(а)антрацену та хрізену, а також в зоні дампінгу ґрунтів п. «Чорноморський» по флуорантену – у 5 разів, бензо(а)антрацену, хрізену– у 2 рази.

Хлоровані вуглеводні. Концентрації ХОП у донних відкладах знаходились в діапазоні від <0,05 мкг/кг (альдрін та гептахлор) до 28,2 мкг/кг (ДДД). Найбільші концентрації ХОП досягали рівня: 28,2 мкг/кг (ДДД); 18,7 мкг/кг (гексахлорбензол), 2,78 мкг/кг (ДДЕ). Інші ХОП були у концентрації <1 мкг/кг.

Токсичні метали. Результати статистичних оцінок вмісту токсичних металів в ДВ наведено в табл.4. 2.

Таблиця 4. 2 – Статистичні характеристики вмісту токсичних металів

Характеристика	Al	Cd	Cr	Cu	As	Hg	Pb	Zn	Fe	Ni	Co	Mn
	г/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	г/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Кількість визначень	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	55	55
Середнє	35,3	0,24	50,1	20,4	6,89	0,10	17,1	57,0	15,3	24,1	7,6	392
Максимум	299	0,74	249	68,6	27,8	0,41	49,7	205	41,9	63,4	23,1	1076
Мінімум	0,32	<0,01	<0,3	<0,3	0,04	<0,01	0,52	0,16	0,17	<0,3	<0,1	2,3
ГДК	-	0,8	100	35	29	0,3	85	140	-	35	20	-

В цілому середні значення вмісту ТМ не перевищували ГДК, але максимальні значення вмісту хрому, міді, цинку, нікелю перевищували ГДК майже вдвічі. Підвищені значення вмісту в ДВ відмічались і за показниками кобальту. Підвищений вміст указаних ТМ спостерігався в районах впливу річок, біля о.Зміїний (Cu,Ni), а також в районі Цареградського гила (Cu,Ni), та в порту «Одеса» (Cr, Cu).

5. НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ АКТИ ЩОДО ОХОРОНИ ЧОРНОГО МОРЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ

У даний час охорона середовища Чорного моря здійснюється правовими засобами в рамках національного законодавства Причорноморських держав і за допомогою міжнародних угод. Серед останніх особлива роль належить регіональним угодам.

5.1 Основні міжнародні нормативно-правові акти

Міжнародно-правова охорона морського середовища спрямована на запобігання забруднення токсичними речовинами. З метою захисту Чорного моря у 1992 році в Бухаресті Причорноморськими державами була підписана "Конвенція про захист Чорного моря від забруднення", згідно до якої причорноморські країни зобов'язались вживати заходів щодо запобігання і скорочення забруднення морського середовища Чорного моря:

1. з будь-яких джерел речовинами або матеріалами;
2. з джерел, що знаходяться на суші;
3. з суден;
4. в результаті надзвичайних ситуацій;
5. в результаті забруднень викликаних захороненням;
6. в результаті діяльності на континентальному шельфі, включаючи розвідку та розробку природних ресурсів континентального шельфу;
7. з атмосфери або через неї;
8. щоб не завдати шкоди життю в морі та живим ресурсам, зокрема, шляхом зміни середовища їх проживання і створення перешкод для рибальства та інших правомірних видів використання Чорного моря .

У 1993 році Чорне море, як одна з екологічно "гарячих точок" на карті Світового океану, звернуло на себе увагу структур НАТО. Глобальний Екологічний Фонд профінансував Чорноморську Екологічну Програму BSEP (1993-1999 рр.), що повинна була допомогти причорноморським країнам вирішити задачі, поставлені міжнародною Конвенцією по охороні Чорного моря від забруднення.

Основними цілями Програми було утвердження політики регіонального співробітництва Причорноморських держав і розвиток його потенціалу в сфері управління екосистемою Чорного моря, розробка й реалізація правових основ оцінки, контролю й запобігання забруднення з метою збереження й відтворення біологічного різноманіття, створення інформаційного й науково-методологічного забезпечення реалізації Бухарестської конвенції.

За період, що минув від часу підписання Бухарестської Конвенції, було здійснено ряд заходів щодо розвитку й реалізації Конвенції:

1. створена Комісія з питань захисту Чорного моря від забруднення (Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, 1994, або Чорноморська Комісія /Black Sea Commission). На сьогодні в Чорноморській Комісії головує Україна;
2. засновано Постійний секретаріат (Permanent Secretariat) Чорноморської Комісії зі штаб - квартирою в Стамбулі (2000 р.);
3. прийняті нові міжнародні документи, що доповнюють і розвивають положення Конвенції:
 - Міністерська Декларація про захист Чорного моря (Одеса, 1993 рік);
 - Стратегічний план дій для відтворення й захисту Чорного моря (Стамбул, 1996 рік, 2009 рік);
 - Декларація про захист екосистеми Чорного моря (Софія, 2002 рік);

- Протокол Про збереження біорізноманіття й ландшафтів Чорного моря до Конвенції про захист Чорного моря від забруднення (Софія, 2002 рік);
4. виконано і продовжується ряд міжнародних програм і проектів по дослідженню Чорного моря, найбільш вагомими з яких є:
- Чорноморська екологічна програма (BSEP), 1993 – 1999 роки);
 - Проект відновлення екосистеми Чорного моря (BlackSeaEcosystemRecoveryProject(BSERP), 2001– 2007 роки);
 - Програма регіонального моніторингу і оцінки забруднення (BlackSeaIntegratedMonitoringandAssessmentProgramme (BSIMAP), 2001–2005 роки);
 - Проект щодо співробітництва з охорони довкілля Чорного моря (EnvironmentalCollaborationfortheBlackSea (BSEC), 2007– 2009 роки).

Найбільш важливим результатом BSEP слід вважати:

а) Трансграничний Діагностичний аналіз (ТДА), що був складений у червні 1996 року і який представляє комплексну наукову оцінку екологічних проблем Чорного моря, їхніх причин і тих кроків, які варто здійснити для виправлення положення. ТДА дозволив скласти Стратегічний План Дій (СПД) для відновлення й охорони Чорного моря. Цей План, підписаний 31 жовтня 1996 р. шістьма чорноморськими країнами, став документом, у якому Уряди Причорноморських країн разом із широкою міжнародною громадськістю прийняли Програму дій на відновлення й охорону Чорного моря [13].

б) організацію міжнародної мережі центрів активності за основними напрямками морських екологічних досліджень і природоохоронної діяльності в басейні Чорного моря: Активний центр реагування при нафтових розливах (Болгарія, м. Варна); Активний центр по біорізноманіттю (Грузія, м. Батумі); Активний центр по дослідженню рибних запасів (Румунія, м. Констанца); Активний центр по менеджменту берегової зони (Росія, м.

Краснодар); Активний центр по дослідженню берегових джерел забруднень (Туреччина, м. Стамбул); Активний центр з питань моніторингу й оцінці забруднення (Україна, м. Одеса).

Виконання функцій Регіонального Активного центра з питань моніторингу забруднення й оцінки якості морського середовища покладено на УкрНЦЕМ. Основним завданням активних центрів є методологічна й організаційна координація роботи національних (пасивних) центрів діяльності за відповідними напрямками у рамках виконання СПД. В Україні, як й в інших Причорноморських державах, була створена національна мережа пасивних центрів діяльності, які у своїй діяльності замикаються на відповідні Активні Центри [10].

Рамкова Директива про морську стратегію [15] встановлює рамки, в межах яких держави-члени повинні ухвалити заходи, необхідні для досягнення або підтримки «гарного» екологічного стану морського середовища не пізніше 2020 року. З цією метою мають бути розроблені та застосовані морські стратегії задля того, щоб:

а) захистити та зберегти морське середовище, уникнути його знищення або по можливості відновити морські екосистеми у зонах, у яких вони виявляються зашкодженими;

б) попередити та зменшити зливи до морського середовища з огляду на поступове припинення забруднення відповідно до частини 8 статті 3, з метою слідкування за тим, щоб не виникли тяжкі ризики або вплив на морську біологічну різноманітність, морські екосистеми, людське здоров'я або законне використання моря.

Морські стратегії повинні застосовувати екосистемний підхід стосовно управління різними видами людської діяльності і забезпечувати, щоб спільний тиск від таких видів діяльності утримувався на рівнях, сумісних із досягненням гарного екологічного стану, і щоб небезпеці не піддавалася здатність морських екосистем відповідати на антропогенні зміни,

дозволяючи в той же час стале використання морських товарів і послуг існуючими та майбутніми поколіннями.

Ця Директива сприяє узгодженості між різними політиками, угодами та законодавчими заходами, які передбачають вплив на морське середовище, та намагається гарантувати інтеграцію до них екологічних проблемних питань.

Вона застосовується до усіх морських вод та бере до уваги транскордонний вплив на якість морського середовища, спричинений третіми країнами, розташованими у тому самому морському регіоні або підрешіоні.

Держави-члени, що складають певний морський регіон або підрешіон, повинні здійснювати співробітництво для гарантування того, щоб у кожного морському регіоні або підрешіоні ті заходи, що необхідні для досягнення цілей цієї Директиви, зокрема різноманітні елементи морських стратегій, були узгодженими та координувалися по всьому морському регіоні або підрешіоні відповідно до вказаного нижче плану діяльності.

Міжнародне співробітництво у питаннях охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів сприятиме гармонізації національного природоохоронного законодавства із загальноєвропейським і передбачає розроблення законодавчої бази співробітництва та регіональної екологічної політики, поліпшення стану виконання міжнародних договорів з метою:

1. розвитку двостороннього співробітництва з країнами регіону в галузі охорони довкілля, охорони та використання транскордонних водотоків басейну Чорного моря, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;
2. забезпечення виконання положень міжнародних договорів, що регулюють діяльність, пов'язану з охороною морів (Договору про заборону розміщення на дні морів та океанів ядерної зброї та інших видів зброї масового знищення, Конвенції про запобігання забрудненню моря скиданнями відходів та інших матеріалів, Конвенції про захист Чорного моря від забруднення;

3. забезпечення виконання положень конвенцій, що регулюють транскордонне надходження забруднення (з атмосферним повітрям і водотоками) та антропогенний вплив на навколишнє природне середовище, у тому числі на морські екосистеми (Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані та протоколів до неї, Конвенції про охорону та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер, Конвенції про оцінку впливу на навколишнє природне середовище у транскордонному контексті);
4. забезпечення ратифікації Конвенції щодо співробітництва з охорони та сталого використання річки Дунай, а також конвенцій, спрямованих на збереження біологічного різноманіття, охорону та збалансоване використання біологічних і земельних ресурсів (Конвенції про охорону біологічного різноманіття, Конвенції про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів);
5. забезпечення підписання та ратифікації Угоди про збереження китоподібних Чорного, Середземного морів та прилеглої Атлантичної акваторії;
6. участі у розробленні Протоколу про збереження біологічного різноманіття Чорного моря до Конвенції про захист Чорного моря від забруднення та Конвенції про рибальство та збереження живих ресурсів Чорного моря;
7. забезпечення підготовки п'ятирічних звітів про стан виконання Міністерської декларації про захист Чорного моря;
8. підтримки і розвитку методологічних центрів, створених у рамках Чорноморської екологічної програми;
9. активізації участі України, у рамках Конвенції про захист Чорного моря від забруднення, у впровадженні основних напрямів Стратегічного плану дій по відтворенню та охороні Чорного моря,

розробці та реалізації міждержавних програм та проектів щодо збереження довкілля Чорного та Азовського морів, тощо.

5.2 Основні національні нормативно-правові акти

Для виконання міжнародних і національних зобов'язань в Україні розроблений ряд нормативно-правових документів, спрямованих на охорону природного середовища, в тому числі морського середовища Чорного і Азовського морів. Головними з них є:

- "Положення про державну систему моніторингу довкілля" (Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 № 391);

- «Концепція охорони и відтворення природного середовища Азовського і Чорного морів»;

- "Загальнодержавна програма охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів" (затв. Законом України від 22.03.2001 р., № 2333-III);

- "Комплексна програма Подальшого розвитку інфраструктурі та впровадження господарської діяльності на о. Зміїний и континентального шельфі" (затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 31.05.02 № 713).

У розвиток загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів науково-дослідними інститутами і владою була здійснена певна правова та організаційна робота. В першу чергу це стосується розробки УкрНЦЕМ за запитом Мінприроди України "Програми державного екологічного моніторингу Чорного і Азовського морів" (2004 р., 2009 р.)" [30].

Метою Програми МЕМ є забезпечення правових, організаційних, методологічних та методичних засад функціонування державної системи морського екологічного моніторингу, що спрямована на створення інформаційної основи управління екологічним станом навколишнього природного середовища та раціональним використанням природних ресурсів

Чорного і Азовського морів у межах територіальних вод і виключної морської економічної зони України.

У Програмі МЕМ обґрунтовані шляхи і засоби реалізації завдань, головними з яких є організація регулярних науково-експедиційних спостережень за станом морських екосистем у межах територіальних вод і виключної морської економічної зони України та організація інформаційної взаємодії між суб'єктами системи МЕМ. Виконання програми МЕМ визначено у термін 2005-2009 рр.

Однак невизначеність джерел фінансування на створення технічного і методологічного забезпечення моніторингу, морських експедиційних досліджень та утримання науково - дослідних суден, моніторингова діяльність у морях України була перервана - заходи з удосконалення моніторингу Чорного та Азовського морів та його виконання на цьому закінчилися. Фактично, починаючи з 2001 р. (за виключенням 2005 року), моніторинг Чорного і Азовського морів не проводиться.

Тому необхідно створити ефективно функціонуючу державну систему екологічного моніторингу української частини морів, що є умовою посилення позицій України як морської держави у Чорноморському регіоні, як це передбачено Морською доктриною України на період до 2035 року.

12 грудня 2010 року був затверджений Закон України "Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року". Згідно до Стратегії поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки в галузі охорони водних ресурсів визначається у таких заходах:

1. реформування системи державного управління в галузі охорони та раціонального використання вод шляхом впровадження інтегрованого управління водними ресурсами за басейновим принципом;
2. реконструкція існуючих та будівництво нових міських очисних споруд з метою зниження до 2020 року на 15 відсотків рівня забруднення вод ЗР (насамперед органічними речовинами, сполуками азоту і фосфору),

- а також зменшення до 2020 року на 20 відсотків (до базового року) скиду недостатньо очищених стічних вод;
3. розроблення та виконання до 2015 року плану заходів щодо зменшення рівня забруднення внутрішніх морських вод і територіального моря з метою запобігання зростанню антропогенного впливу на навколишнє природне середовище та відновлення екосистеми Чорного і Азовського морів;
 4. створення до 2015 року системи запобіжних заходів щодо видів-вселенців та забезпечення контролю за внесенням таких видів до екосистем, у тому числі морської.

На сьогоднішній день, Морська доктрина України на період до 2035 року є єдиним документом, яким передбачено створення ефективно функціонуючої державної системи екологічного моніторингу української частини морів, захист і забезпечення для України національних інтересів і безпеки в Азовському і Чорному морях та забезпечення сталого розвитку України як морської держави [31- 32].

Україна розпочала запровадження сучасної європейської системи морського екологічного моніторингу та розробляє нову Морську стратегію, яка базується на європейських принципах. Україна відповідно до Угоди про асоціацію з ЄС взяла на себе зобов'язання формувати державну політику щодо охорони морського середовища на європейських засадах.

Рамкова Директива Європейського Союзу про Морську стратегію визначає задачі екологічної політики країни щодо моря. Україна згідно з Угодою про асоціацію з ЄС взяла на себе зобов'язання до 2021 року імплементувати цей документ у повному обсязі. Зараз Мінприроди працює над виробленням нової державної політики щодо охорони морського середовища відповідно до європейських підходів.

За словами Міністра екології та природних ресурсів, відповідно до Рамкової директиви про Морську стратегію визначено певний стандарт або

еталон для морського середовища – Добрий екологічний стан (ДЕС), який визначається за 11 так званими дескрипторами гарного екологічного стану та понад 60 показниками з поетапним підходом для досягнення поставлених цілей протягом 6 років.

ВИСНОВКИ

Чорноморський регіон є регіоном, який найбільш динамічно розвивається в економічному плані, і водночас – регіоном з постійним наростанням екологічної напруженості. У природно-географічному плані Чорноморський басейн за багатьма ознаками являє собою своєрідний, унікальний об'єкт, до основних особливостей якого необхідно віднести значну площу водозбору, сповільнену вертикальну циркуляцію води, відносну замкнутість акваторії і уповільнений зовнішній водообмін та відсутність на глибинах 100 – 200 м життєво важливого кисню; сірководнева зона займає 87 % об'єму вод.

Названі умови в сукупності з розташуванням серед територій з високим рівнем господарської активності призвели до формування тут кризової екологічної ситуації. Головними екологічними проблемами Чорного моря є:

- 1) біогенне забруднення й евтрофікація шельфових вод;
- 2) мікробіологічне забруднення прибережних вод;
- 3) забруднення моря токсичними речовинами;
- 4) поширення екзотичних видів гідробіонтів «вселенців».

Таким чином, декілька десятиліть активного господарського використання Чорного моря викликали певні зміни у функціонуванні його екосистеми. Серед основних чинників, що порушують рівновагу в екологічній системі моря слід виділити:

- Надходження ЗР, у тому числі біогенних елементів з річковим і атмосферних стоками. Надходження підвищених концентрацій БР тягне за собою евтрофікацію вод моря, а, як наслідок, бурхливе зростання фітопланктону («цвітіння» моря, інтенсивний розвиток синьо-зелених водоростей), зменшення прозорості вод, загибель багатоклітинних водоростей.

- Забруднення вод нафтою і нафтопродуктами. Найбільш забрудненими районами є західна частина моря, на яку доводиться найбільший об'єм танкерних перевезень, а також акваторії портів.
- Забруднення моря відходами людської життєдіяльності - скидання неочищених або недостатньо очищених стічних вод і т. д.
- Зміна фізико-хімічних властивостей води, зменшення кількості особин, мутація гидробіонтів (зокрема заміна корінних видів природного світу екзотичними, що з'являються в результаті дії людини).
- Ці негативні явища, насамперед, стосуються прибережних районів Чорного моря і його північно-західного шельфу

Основними джерелами антропогенного забруднення моря є: стік річок, господарче-побутові і промислові скиди, змиви добрив і пестицидів з полів і виноградників, атмосферні осідання, судноплавство, діяльність портів, берегове будівництво, днопоглиблення і дампінг ґрунтів, видобуток на шельфі нафти і газу, продукти абразійного руйнування берегів та інш.

У рамках виконання міжнародної Програми "Black Sea Environmental Programme" визначено найбільш потенційно небезпечні джерела забруднення були названі "гарячими точками". Для України були виділені десять "гарячих точок", дві з яких знаходяться в Одеській затоці – СБО "Південна"; та "Північна".

Негативний вплив хімічного забруднення на морські екосистеми загальновідомо. В результаті токсичного впливу ряду забруднюючих речовин відбуваються: акумуляція їх у гидробіонтах, зміни морфології гидробіонтів, порушення їх життєво важливих функцій і ряд інших негативних явищ. Наприклад, під впливом CO₂, відбулося різке зниження чисельності популяцій таких морських ссавців, як тюлень звичайний, морська свиня, дельфін і білуха.

Навіть невеликі концентрації токсичних речовин у морській воді можуть призвести до значних негативних наслідків. Морські організми здатні

накопичувати токсичні речовини, концентрації яких можуть бути летальними для більш високих трофічних рівнів, включаючи людину.

Найбільшу небезпеку для морського середовища представляють високомолекулярні органічні речовини, такі, як хлоровані вуглеводні, складаючи групу неприродних компонентів середовища (ксенобіотики). Багаторічне використання цих стійких хімічних сполук у багатьох країнах Світу призвело практично до повсюдного поширення і накопичення в природних екосистемах, у тому числі морських.

Нафтове забруднення небезпечно тим що: обмежує взаємозв'язок океану та атмосфери; знижує випаровування води; зменшує насичення води киснем; збільшує відображення сонячної енергії в світовий простір; знижує проникнення сонячного світла в глибини морів, в результаті чого уповільнюється фотосинтез планктону. А зменшення фітопланктону в свою чергу веде до скорочення поглинання океаном вуглекислого газу.

З токсичних металів особливо небезпечні ртуть, свинець, кадмій, цинк, мідь, миш'як, так як вони, потрапляючи з їжею в організм людини і вищих тварин, що можуть викликати отруєння. Хронічне отруєння риб розвивається при тривалому впливі концентрацій. При цьому в органах риб та кормових організмах накопичується значна кількість ртуті, що перевищує її концентрацію у воді в сотні і тисячі разів.

Небезпека кожної окремо взятої забруднюючої речовини визначається її стійкістю в середовищі, здатністю до біоаккумуляції і можливістю викликати негативні ефекти. Ступінь впливу ЗР залежить також від умов середовища: температури, солоності, присутності інших забруднюючих речовин. Небезпечний характер ЗР проявляється в їх токсичному, мутагенному або канцерогенному ефекті.

Вплив отруйних речовин можна звести до наступних наслідків на організмовому рівні: а) загибель організмів, викликана гострою токсичністю; б) смертність гідробіонтів, викликана хронічно тривалим впливом;

в) негативні зміни параметрів різних типів: морфологічних, фізіологічних, етологічних, біохімічних.

Встановлено, що в порядку зниження токсичності ЗР розташовуються в такий послідовності: хлоровані вуглеводні – нафтові вуглеводні – токсичні метали. Метали в порядку зниження токсичності розташовуються так: ртуть > мідь > кадмій > свинець > цинк.

Аналіз сучасного стану виявив, що на акваторії ПЗЧМ в Одеському регіоні найбільш евтрофовані води районів узмор'я р. Дунай, де у 2016 р. в придонному шарі в серпні спостерігались умови гіпоксії. Підвищеним рівнем трофності характеризуються також і прибережні води районів річкового стоку та з наявністю потужних джерел побутових і промислових стоків, до яких належить віднести порти і станції біологічного очищення. За даними комплексного показника E-TRIX води акваторії порту «Южний» і в зоні впливу стоку СБО «Південна» характеризувались «дуже високим» рівнем трофності. Трофність поверхневих вод змінювалась від «дуже високого» рівня в пригирлових районах до «низького» у відкритій частині моря

У морському середовищі Одеського регіону у 2016 р., як і у попередній період, виявлені токсичні забруднюючі речовини (ЗР): нафтові вуглеводні (НВ), поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) хлоровані вуглеводні, токсичні метали (ТМ), контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською Конвенцією. Досить висока частота виявлення ЗР у морському середовищі характерна для НВ, поліхлорованих біфенілов (ПХБ), хлорорганічних пестицидів (ХОП) - ДДТ і його метаболітів ДДД і ДДЕ, ізомерів ГХЦГ і деяких ТМ.

Високий рівень забруднення донних відкладів, особливо високотоксичними речовинами свідчить про значний рівень забруднення морського середовища прибережних районів Одеського регіону, у першу чергу Дунайського району. Так, поліциклічні ароматичні вуглеводні. ПАВ у пробах донних відкладів варіювала від 28,2 мкг/кг до 467 мкг/кг. Домінантними у пробах були: індено(1,2,3-сd)пірен, флуорантен та

бензо(б)флуорантен. Перевищення ГДК було зафіксовано на узмор'ї р. Дунай по нафталіну у 4,5 разів, бензо(а)антрацену та хризену, а також в зоні дампінгу ґрунтів п. «Чорноморський» по флуорантену – у 5 разів.

У даний час охорона середовища Чорного моря здійснюється правовими засобами в рамках національного законодавства Причорноморських держав і за допомогою міжнародних угод. Міжнародне співробітництво у питаннях охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів сприятиме гармонізації національного природоохоронного законодавства із загальноєвропейським і передбачає розроблення законодавчої бази співробітництва та регіональної екологічної політики.

На сьогоднішній день, Морська доктрина України на період до 2035 року є єдиним документом, яким передбачено створення ефективно функціонуючої державної системи екологічного моніторингу української частини морів, захист і забезпечення для України національних інтересів і безпеки в Азовському і Чорному морях та забезпечення сталого розвитку України як морської держави.

Україна розпочала запровадження сучасної європейської системи морського екологічного моніторингу та розробляє нову Морську стратегію, яка базується на європейських принципах. Україна згідно з Угодою про асоціацію з ЄС взяла на себе зобов'язання до 2021 року імплементувати цей документ у повному обсязі. Зараз Мінприроди працює над виробленням нової державної політики щодо охорони морського середовища відповідно до європейських підходів.

Відповідно до Рамкової директиви про Морську стратегію визначено певний стандарт або еталон для морського середовища – Добрий екологічний стан (ДЕС), який визначається за 11 так званими дескрипторами ДЕС та понад 60 показниками з поетапним підходом для досягнення поставлених цілей протягом 6 років.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Черного моря./ - Одесса: «Эвен», 2006. -224 с.
2. Экологические проблемы Черного моря. Справка РИА Новости. // URL:<http://www.artificialreefs.ru>.
3. Зайцев Ю. П. Черное море: состояние экосистемы и пути его улучшения, Молодёжный экологический центр им. В. И. Вернадского: Одесса, 2000 г. -168 с.
4. Черное море. Экология и охрана природы// URL:<http://www.blackmore.ru/ecology.php>.
5. Справочник по климату Черного моря. - М.: Гидрометеиздат, 1974.- 406 с.
6. Стан довкілля Чорного моря : національна доповідь України, 1996 – 2000 рр. / наук. ред. В. И. Михайлов; УкрНЦЕМ. – Одеса: Астропринт,2002 – 80 с.
7. Сапко О.Ю. Оцінка впливу берегових антропогенних джерел забруднення на якість вод Одеського району північно-західної частини моря. /Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. Одеса. -2009. - 20 с.
8. Карамушка В. Стратегічне екологічне партнерство в басейні Чорного моря: структура і цілі. //Науково-популярний екологічний журнал «Рідна природа» - 2007 р. –с.16-18.
9. Про затвердження Загальнодержавної програми охорони та відтворення довкілля Азовського і Чорного морів: Закон України від 22.03. 2001 р., № 2333-III //База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: zakon.rada.gov.ua/go/№2333-3 (дата звернення 17.12.2017).

10. Лоева І.Д. Політика України в області охорони природного середовища Чорного моря. //Павленко М.Ю., Орлова І.Г. Коморін В.М. //Причорноморський екологічний бюлетень, грудень 2008, №4 (30), ІНВАЦ, Одеса, 2008 С.7-14.
11. Український В.В. Міжрічній зміни і тенденції в евтрофікації вод Одеського регіону північно-західної частини Чорного моря. //Гончаренко М.М. Український гідрометеорологічний журнал. - 2010. - № 7. - С.211-219 с.
12. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. //Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. – К, "Наукова думка", 2006.-701 с.
13. BlackSeaTransboundaryDiagnosticAnalysis / ed. L. D. Mee ; United Nations publications. – NewYork : UN Plaza, 1997. – 142 p. – ISBN 92-1-126075-2.
14. Конвенція про захист Чорного моря від забруднення 1992 року. Протоколи до Конвенції. Ратифікація від 04.02.1994, підстава 3939-12.- zakon4.rada.gov.ua/laws/show/995_065.
15. Стратегічний плану дій для відтворення та захисту Чорного моря (прийнятий на Конференції Міністрів навколишнього природного середовища причорноморських країн 30-31 жовтня 1996 р. – Стамбул).23 с.
16. Закон України "Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року". Відомості Верховної Ради України, 2011, N 26, ст.218. - zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2818-17.
17. Фащук Д.Я. Формы антропогенного воздействия на экосистему Черного моря и ее состояние в современных условиях. / Фащук Д.Я., Самышев Э.З., Себах Л.К., Шляхов В.А. / Экология моря. -№ 38.-1991.- Севастополь.: АН УССР - с. 19 – 27.
18. Loyeva I., Dr. Komorin V., Dr. Kovalyshyna S., Dr. Orlova I., Tretyak I. The strategy of the unique community phyllophora preservation at Ukrainian waters of Black Sea. Тези доповіді на The Annual World Congress of Ocean-2014. October 16-18, Dalian, China.

19. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. //Рукопис УкрНЦЕМ. Одеса. 2016 р. – 13 с.
20. Израэль Ю. А. Антропогенная экология океана. / Израэль Ю. А., Цыбань А. В./Л.:Гидрометиздат, 1989 г.
21. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Проблемы мониторинга экологических последствий загрязнения океана. Л.: Гидрометеиздат.-1981. - 58 с.
22. Себастьян А. Герлах. Загрязнение морей. Диагноз и терапия – Л: Гидрометеиздат, - 1985. – 262 с.
23. Миронов О.Г. Взаимодействие живых организмов с нефтяными углеводородами – Л: Гидрометеиздат, - 1985. – 125с.
24. Орлова И. Г. Современное состояние химического загрязнения северо-западного шельфа Черного моря/ Орлова И. Г., Павленко Н. Е., Коморин В. Н, Бондарь С. Б. //Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа // Севастополь: МГИ. – 2001. С. 139-153.
25. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана.- М.: Пищевая промышленность, 1979 г. - с. 304.
26. Болтачев А.Р. К проблеме вселения экзотических видов гидробионтов в Черном море с балластными водами/А.Р.Болтачев, Ю.А. Загородная Н.А. Болтачева, Е.А. Колесникова, А.С. Романов. - Вестник Южного Научного Центра РАН, Том 1, №3,2005. С. 36-42.
27. Мур Дж.В. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния/ Мур Дж.В., Рамамурти С. / Info Rum - Информационный Экологический Портал // <http://www.inforum.biz>.
28. Фесюнов О.Е. Геоэкология северо-западного шельфа Черного моря.- О.: Астропринт, 2000. - с. 25.
29. Матеріали до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2016 р.- рукопис УкрНЦЕМ. 24 с.

30. Лоєва І.Д., І.Г. Павленко М.Ю. та інш. Програма державного екологічного моніторингу Чорного і Азовського морів”. //Причорноморський екологічний бюлетень, грудень 2008, №4 (30), ІНВАЦ, Одеса, 2008 С. 116 – 153 с.

31. Про затвердження Морської доктрина України на період до 2035року: Постанова Кабінету Міністрів України від 7.10.2009 року № 1307. //База даних «Законодавство України»/ВР України. URL: zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009 (дата звернення 17.12.2017).

32. Рамкова Директива про морську стратегію 2008/56/ЄС URL: //dbuwr.com.ua/docs/Waterdirect.pdf (дата звернення 15.12.2016).