

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екологічного права і контролю

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

рівень вищої освіти: «магістр»

на тему: «Оцінка сучасного екологічного стану вод Одеської затоки»

Виконала студентка 2 курсу групи МЕК-65
спеціальності 8.04010604
«Екологічний контроль та аудит»
Голіней Ірина Вікторівна

Керівник роботи к.геогр.н., доцент
Сапко Ольга Юріївна

Рецензент д.геогр.н., професор
Тучковенко Юрій Степанович

Одеса 2017

АНОТАЦІЯ

Голіней Ірина Вікторівна

Оцінка сучасного екологічного стану вод Одеської затоки

Одеська затока відчуває значне антропогенне навантаження, тому актуальною є проблема поліпшення її екологічного стану, забезпечення екологічної безпеки і мінімізації збитків, які завдаються екосистемі внаслідок господарської діяльності людини.

Метою роботи є аналіз екологічного стану вод Одеської затоки на сучасному етапі.

Об'єкт дослідження – Одеська затока, предмет дослідження – екологічний стан вод Одеської затоки.

Методом дослідження є систематизація наявної інформації про стан Одеської затоки і антропогенних джерел забруднення, аналіз зміни якості вод акваторії що досліджується.

Результатом роботи є комплексний аналіз змін стану вод Одеської затоки за різними показниками (гідробіологічними, гідрохімічними).

Отримані результати можуть бути використані місцевими органами влади при прийнятті управлінських рішень, щодо охорони Одеської затоки, а також будуть використані в навчальному процесі ОДЕКУ.

Робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків та списку літератури. Загальний обсяг роботи складає 67 сторінок, у тому числі 26 таблиць та 2 рисунка.

Ключові слова: Одеська затока, гідрохімічний режим, якість вод, антропогенні джерела забруднення.

SUMMARY

Holiney Iryna Viktorivna

Ecological assessment of Odessa gulf current water condition.

Odessa gulf suffers from considerable anthropogenic pressure, that's why the following problems became topical, as well as improvement of its ecological condition, provision of ecological security and minimization of damages caused by human activities.

The work objective is the ecological analysis of Odessa gulf current condition.

The research object is Odessa gulf, the research subject is Odessa gulf water ecological condition.

The Research method is a systemization of available information concerning the condition of Odessa gulf and sources of anthropogenic pollution, analysis of variation in water quality.

The result of the work is an integrated analysis of changes in Odessa gulf water quality according to different characteristics (hydrobiological, hydrochemical).

The received results can be used by local authorities in the course of management decision making concerning the defense of Odessa sea area and also will be utilized in course of studying process in Odessa State Ecological University.

The work consists of introduction, 4 divisions, conclusions and a list of links from 22 sources. Overall scope of the work is 67 pages, including 26 tables and 2 pictures.

Key words: Odessa gulf, hydrochemical condition, water quality, anthropogenic sources of pollution.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП	6
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ	8
1.1 Гідрологічні та гідрометеорологічні режими Одеської затоки.....	8
1.2 Кліматичні характеристики, які сформувалися в Одеській затоці	10
2 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ	16
2.1 Господарсько-побутові та промислові стічні води	16
2.2 Індустріальні стоки підприємств.....	29
2.3 Зливові стоки	31
2.4 Дренажний стік.....	36
3 ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ ВОД АКВАТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ.....	42
4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ	49
4.1 Оцінка якості води за гідробіологічними показниками.....	49
4.2 Якість води за хімічними показниками	53
4.3 Аналіз динаміки зміни якості вод акваторії Одеської затоки	54
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	63

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- ПЗЧМ – північно-західна частина Чорного моря;
- СБО – станція біологічної очистки;
- ЗАТ – закрите акціонерне товариство;
- СОБВ – стація очистки баластних вод;
- ОПЗ – Одеський припортовий завод;
- ГДК – гранично допустима концентрація;
- УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря;
- СПАР – синтетичні поверхнево-активні речовини;
- ІЗВ – індекс забруднення води;
- ЧМТП – Чорноморський морський торгівельний порт;
- БСК – біологічне споживання кисню;
- ХСК – хімічне споживання кисню;
- ЗР – забруднююча речовина;
- БР – біогенні речовини;
- ОТЕЦ – Одеська теплоелектроцентраль;
- АПАР – аніонні поверхнево-активні речовини;
- НВ – нафтовуглеводи.

ВСТУП

У зв'язку з активним освоєнням і використанням ресурсів морського шельфу України, актуальною представляється проблема збереження і поліпшення якості морського середовища, забезпечення екологічної безпеки і мінімізації збитків, які завдаються екосистемам прибережної і шельфової зон Чорного моря внаслідок господарської діяльності людини.

Значне перевищення кількості забруднюючих речовин над асимілюючою здатністю морської екосистеми призводить до розвитку процесу евтрофікації, хімічного та мікробіологічного забруднення морських вод, втрати біологічних видів, скорочення рибних ресурсів, зниження якості рекреаційних ресурсів, тому дослідження якості вод Одеської затоки має велике значення.

Актуальність оцінки сучасного екологічного стану вод Одеської затоки полягає в тому, що вона є одним з основних факторів вибору стратегії управління рекреаційними та біологічними ресурсами досліджуваної акваторії.

Протягом останніх років при проведенні досліджень, які пов'язані з вивченням стану Одеської затоки, виявлено, що на якість морського середовища затоки в значній мірі впливають забруднення, які надходять до акваторії з об'єктів, розташованих в прибережній смузі.

Обсяг забруднення антропогенного походження, який вноситься до Одеської затоки з берегової зони, становить близько 10 – 15 % від загального забруднення морського середовища. Воно формується внаслідок впливу на морські води стаціонарних та дифузних джерел забруднення, впливу скидів зворотних вод з промислових підприємств, стоку з сільськогосподарських угідь та іригаційних систем, скидів з муніципальних очисних споруд, господарської діяльності в портах та внаслідок забруднення прибережних зон в результаті судноплавства.

Аварії на застарілих каналізаційних мережах та каналізаційних насосних станціях створюють додаткові джерела забруднення.

Об'єктом дослідження Одеська затока.

Предметом дослідження екологічний стан вод Одеської затоки.

Метою роботи є аналіз екологічного стану вод Одеської затоки на сучасному етапі.

Методом дослідження є систематизація наявної інформації про стан Одеської затоки і антропогенних джерел забруднення, аналіз зміни якості вод акваторії що досліджується.

Робота складається зі вступу, 4-х розділів, висновків та списку літератури. Загальний обсяг роботи складає 67 сторінок, у тому числі 26 таблиць та 2 рисунка.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

Одеська затока займає північно-західну частину Чорного моря, обмежену береговою рисою від селища Санжейка на південному заході до селища Южне на північному сході. Південний кордон проходить по широті $46^{\circ}10'$, східний – по довготі $37^{\circ}10'$. В ландшафті дна регіону велику частину займає палеодолина Дніпра і Одеська банка. Палеодолина Дніпра має широтний напрямок і витягнута вузьким жолобом від Дніпровсько-Бузького лиману на захід, відокремлюючи Одеську банку від прибережного схилу. Біля західного краю банки Дніпровський жолоб має меридіональний напрямок і, розширюючись, утворює на півдні Одеський котлован [1].

Одеська затока розташована між мисом Ланжерон та мисом Північна Одеса. Західний та північно-західний береги затоки є низькими, а північний – високий та звивистий. Північно-західна частина затоки має глибини менше 10 м, південно-західна частина є глибоководною, що дозволяє використовувати її для підходу морських суден [1].

1.1 Гідрологічні та гідрометеорологічні режими Одеської затоки

Особливістю Одеської затоки є значна короткоперіодна і сезонна мінливість гідрологічного режиму, яка пов'язана з особливостями географічного розташування, кліматичними умовами, впливом річкового стоку Дніпра, Південного Бугу та систематичним розвитком вітрового прибережного апвелінгу [2].

Дослідження гідродинамічного режиму Одеської затоки є дуже важливим завданням, оскільки від гідродинаміки залежить перерозподіл хімічного складу морських вод і чисельності біологічних організмів [2].

Для дослідження циркуляції вод найбільш часто використовуються непрямі розрахункові методи, що пов'язано з відсутністю тривалих

інструментальних спостережень над течіями, рівномірно розподілених по акваторії [3].

В Одеській затоці характерне для зими поле течій відповідає вітровій ситуації з перевагою північно-східної складової і швидкістю вітру 6 – 9 м/с. Основна чорноморська течія заходить у північно-західну частину, причому при виході на мілководді спостерігається збільшення швидкостей течій. Відзначається збільшення швидкостей потоку й у західного берега, особливо в районі впадання Дунаю. Досить чітко виражений круговорот у Кіркінітській затоці, однак швидкості тут невеликі. Малі значення швидкості, а також дві вихрові структури відзначаються між Тендрою та Одесою, це пов'язано зі складним рельєфом дна і конфігурацією берегової лінії цього району [3].

Циркуляція вод для вітрових умов літа характеризує іншу картину. У районі впадання Дунаю відзначаються два невеликих циклонічних коловороти зі швидкістю 3 – 6 см/с. Улітку у відкритих районах північно-західної частини відзначається перебудова зимового поля течій, хоча утворення локальних коловоротів не відбувається [3].

Перебудова поля течій у північно-західній частині моря на антициклонний режим відбувається з перевагою південно-західних вітрів силою 5 – 6 м/с. Причому, час установлення такої циркуляції становить більше 10 діб. У цьому випадку поле течій має характер, протилежний зимовій циркуляції. Максимальні швидкості (9 – 11 см/с) відзначаються у західного берега й у м. Тарханкут, а в інших районах вони не перевищують 4 – 6 см/с. Оскільки для встановлення антициклонної циркуляції необхідно більше 10 діб, а середня тривалість дії вітрів, що викликають таку перебудову не перевищує 2 – 5 доби, повна перебудова поля течій у північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ) на антициклонний тип можлива тільки у весняно-літній час у виняткових випадках, при тривалих південних і південно-західних вітрах. Отже, основна особливість сезонної мінливості циркуляції вод ПЗЧМ складається, очевидно, не в перебудові поля течій із

циклонічного режиму на антициклонічний, а в ослабленні циклонічної циркуляції від зими до літа [4].

Таким чином, циркуляція вод ПЗЧМ має циклонічний характер і визначається вітровою ситуацією. Сезонна мінливість поля течій проявляється в зменшенні їхньої швидкості від зими до літа й виникненням локальних коловоротів поблизу узбережжя.

Гідрологічний режим Одеської затоки відрізняється від режиму іншої частини моря. Характерною рисою вертикальної структури щільності вод всього Чорного моря є сильно виражене розшарування по вертикалі. На глибині 25 – 75 м утворюється шар щільності. Узимку стрибок майже повністю зникає. Нижній стрибок щільності, викликаний різким перепадом солоності з 18,0 – 18,2 до 21,1 – 21,3 ‰, утворюється в результаті багаторічного опріснення ріками вод Чорного моря. Глибина й характер його розподілу залежать від завихреного поля вітрових та градієнтних течій Чорного моря [4].

Щорічно води ПЗЧМ приймають стік чотирьох рік – Дніпра, Південного Бугу, Дністра та Дунаю, що становить у середньому 260 км³, або 80 % усього річкового стоку в Чорне море. Загальна водозбірна площа чотирьох рік досягає 1,45 млн. км² [4].

Річковий стік впливає не тільки на фізичний стан і хімічний склад морських вод, але і на видову різноманітність морських організмів, що тут живуть.

1.2 Кліматичні характеристики, які сформувалися в Одеській затоці

За кліматичними показниками Одеська затока відноситься до степової зони з помірно-континентальним кліматом. Середньорічна температура повітря м. Одеси за період 1894 – 2002 рр. склала 10,1 °С, а для грудня – лютого і червня – серпня періодів, відповідно, - 0,8 °С і 21,1 °С [5].

Середньомісячна температура липня – 22,4 °С. Абсолютний максимум температури повітря – 38,0 °С. Січнева середньомісячна температура повітря в межах регіону становить – 1,7 °С. Абсолютний мінімум температури – мінус 29 °С, середньорічна амплітуда температури близько 25 °С.

Тривалість без морозного періоду становить 180 – 210 днів. Мінімальна температура морської води за даними ГМС Одеса-порт (табл. 1.1) в лютому становить 1,2 °С.

Таблиця 1.1 – Середньомісячна температура поверхневих прибережних вод за даними ГМС Одеса-порт, 0С, за період 1962 – 2002 рр. [1]

Місяці											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2,0	1,2	2,8	7,7	14,0	17,8	20,0	20,5	18,2	14,1	9,0	4,6

Починаючи з березня вода поступово прогривається і її температура досягає максимальних значення в серпні. У літню пору вода у берега холодніша, це пов'язане з вітровим апвелінгом при змінних вітрах [5]. Починаючи з вересня, вода поступово охолоджується до кінця лютого, коли її температура досягає мінімальних значень.

Зміна солоності вод Одеської затоки (табл. 1.2) пов'язана з впливом річкового стоку Дніпра і Південного Бугу. Мінімальні значення солоності спостерігаються в травні (12,96 ‰), а максимальна в період – в липні – серпні (15,74 ‰).

Таблиця 1.2 – Середньо місячна солоність поверхневих вод по даними ГМС Одеса-порт, ‰, за період 1948 – 2002 рр. [1]

Місяці											
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
15,05	14,43	13,90	13,09	12,96	14,25	15,74	15,74	15,72	15,27	14,80	15,07

Характер клімату Одеської затоки визначається впливом на неї Сибірського і Азорського антициклонів. Переміщення з північного заходу і північного сходу холодних повітряних мас і теплих мас, що надходять з

півдня або південного заходу, визначають розходження в умовах погоди затоки. Вплив антициклонів призводить до стійкої ясної погоди – холодної узимку і теплої влітку. Вторгнення циклонів з Атлантики і Середземномор'я створюють теплу вологу погоду узимку і прохолодну влітку [6].

Наступ циклонів із заходу на схід над півднем України призводить до наступних явищ. По-перше, коли проходить східна частина циклону, над Одеською затокою починають діяти південні і південно-західні вітри. Потім, при проходженні південної частини циклону, спостерігаються стійкі західні вітри. Якщо в район приходить західна частина циклону, починають діяти північно-західні і північні вітри. Спочатку нестійкі, вони потім стають сильними і тривалими. Надалі північні вітри змінюються північно-східними і східними. Після видалення циклона спостерігається мало-градієнтне баричне поле й вітри слабшають. Тривалість цієї синоптичної ситуації складає приблизно 7 діб. Вона характерна для всіх сезонів року.

За даними станції Одеса-порт найбільшу повторюваність в Одеській затоці мають північно-східні, північні та північно-західні вітри. Протягом усього року повторюваність вітрів північних румбів складає 46 %. Найбільше переважають вітри північних напрямків у грудні – лютому, яка становить 50 %. Середньорічна швидкість вітру складає 5,4 м/с. В холодний період року швидкість вітрів більша, ніж у теплу пору року. В 29,6 % випадків спостерігаються швидкості 6 – 9 м/с. Близько 17 % мають повторюваність вітри швидкістю 10 – 20 м/с. В зимовий сезон швидкість вітру може досягати значень 25 – 30 м/с, хоча їх повторюваність невелика (менш 1 %) .

У перехідні сезони, коли циклони полярного фронту проходять над територією Болгарії, створюються умови які сприятливі для виникнення південно-східних і східних вітрів.

У літні місяці на узбережжі виникає бризова циркуляція – в день вітри дмуть з моря на сушу, вночі – з суші на море.

Вітри північного, північно-західного і південного напрямів мають практично однакову повторюваність. Сумарна повторюваність вітрів північних румбів протягом усього року становить 34,6 % (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Повторюваність напрямку вітру (%) за даними ГМС Одеса-порт, середнє за 1981 – 2000 рр. [1]

Місяць	Північний	Північно-східний	Східний	Південно-східний	Південний	Південно-західний	Західний	Північно-західний
I	17,7	6,6	9,8	4,1	11,5	4,4	30,1	15,8
II	13,7	7,8	15,8	8,7	12,6	3,1	23,7	14,6
III	18,0	9,2	13,9	12,9	13,6	2,7	18,3	11,4
IV	11,9	5,8	15,1	20,1	16,4	2,9	17,2	10,6
V	10,5	3,9	12,5	23,0	18,6	3,5	16,9	11,1
VI	10,9	3,1	8,2	19,1	15,9	3,9	23,1	15,8
VII	14,1	2,0	5,6	15,3	11,8	2,8	27,7	20,7
VIII	14,7	3,5	7,5	14,7	12,1	3,8	24,3	19,4
IX	12,6	3,7	11,1	13,7	17,6	3,6	23,3	14,4
X	16,5	7,6	13,0	10,4	15,8	3,3	19,5	13,9
XI	15,5	8,6	18,1	8,5	12,5	3,5	20,5	12,8
XII	17,8	7,1	11,5	6,5	14,5	5,0	25,3	12,3
Рік	14,5	5,7	11,9	13,1	14,4	3,5	22,5	14,4

Переважання вітрів північних напрямків відбувається в зимовий і літній періоди з повторюваністю, відповідно, 37,8 % і 34,8 %. Для періоду березень – травень характерне поступове зменшення північно-східного, північного і північно-західного переносів і посилення впливу вітрів південного і південно-східного напрямку.

В літній період південні вітри мають однакову повторюваність з північними і північно-західними вітрами. Восени збільшується повторюваність північного і північно-східного вітрів.

Вітри північного, північно-східного і східного напрямів формують постійний циклонний потік вод на акваторію ПЗЧМ, посилюючи його інтенсивність. Вітри протилежних румбів, послаблюють цей потік. При

тривалому впливі вони можуть викликати антициклічну циркуляцію. Швидкість вітрових течій досягає 0,5 м/с [6].

У Одеській затоці відзначається пошарова циркуляція вод, яка найчастіше характеризується різноспрямованими переміщеннями в 10-метровому поверхневому і глибинному шарах.

Динаміка вод акваторії має свої характерні особливості в різні гідрологічні сезони. Так, в весняний сезон великий вплив має стік опріснених вод, що надходять з Дніпровсько-Бузького лиману. За даними ГМС Одеса-порт кожного року в кінці весни трапляються випадки підходу сильно опрісненої води до Одеської затоки. В такому випадку надходження прісних вод сягає швидкості до 0,4 м/с. Для весняного періоду характерно поступове зменшення вітрів північно-східного і північного напрямків і посилення впливу вітрів західних і південних румбів, які нерідко перешкоджають надходженню до узбережжя Одеси опріснених вод. Весняний прогрів поверхневого шару води веде до формування температурної стратифікації. Наявність температурної стратифікації і присутність на поверхні опріснених вод ускладнюють в цей сезон вертикальний обмін [6].

В літній період характерне загальне ослаблення інтенсивності переносу водних мас. Всі напрямки вітру в цей період рівномірні. Вертикальний турбулентний і дифузний обмін в цей період ускладнені через стратифікацію вод. Також в цей період знижується обсяг прісних вод, що надходять з Дніпровсько-Бузького лиману, в результаті чого відбувається поступове підвищення солоності вод поверхневого шару і ослаблення вертикальної стратифікації. Температура води в придонному шарі близько 5 – 6 °С, в той час як на поверхні вона становить 16 – 17 °С. На мілководді вода добре прогріта від поверхні до дна [6].

Температура у дна коливається в межах 7 – 10 °С. Солоність поверхневого шару знаходиться в інтервалі 14 – 16,8 ‰, придонного шару 14,5 – 17,7 ‰ [6]. В літній період при домінуванні змінних північних,

північно-західних і західних вітрів, в прибережній зоні Одеської затоки розвивається прибережний апвелінг.

Під час згону прогріта вода поверхневого шару відганяється дрейфовими течіями від берега в бік відкритого моря, а її місце, займає холодна і солонна вода з придонного шару. Зазвичай це явище має локальний характер, але іноді може охоплювати все узбережжя [7].

Охолодження верхнього шару та стрибок щільності в осінній період сприяє активному обміну між поверхневим і придонним шарами. У зимовий період процеси переміщення вод проходять значно швидше. У цей період акваторія знаходиться під переважним впливом північного і північно-східного вітрів. Однак при наявності в холодні зими льодового покриву, вплив вітру виключається і основну роль у формуванні циркуляції вод відіграє постійний чорноморський потік.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

Якість морських вод в акваторії Одеської затоки визначається, надходженням до неї забруднюючих речовин з річковим стоком Дніпра, Південного Бугу та Дністра, та скиданням забруднених стоків від берегових джерел в прибережну зону. В результаті цих чинників в морське середовище надходить значна кількість біогенних речовин, що сприяють розвитку процесу евтрофікації, і, як наслідок, зміни гідрохімічного режиму вод акваторії і погіршення її рекреаційних властивостей [7].

До основних берегових антропогенних джерел забруднення морського середовища Одеського регіону (рис. 2.1) можуть бути віднесені [1]:

- господарсько-побутові та промислові стічні води, що надходять з міських очисних споруд;
- ливневі стоки;
- дренажні стоки;
- індустріальні стоки підприємств, які здійснюють безпосередньо скидання в акваторію Чорного моря.

2.1 Господарсько-побутові та промислові стічні води

У м. Одеса функціонують дві станції біологічної очистки (СБО) стічних вод: «Північна», розташована в районі Пересипу, і СБО «Південна», розташована в районі Дачі Ковалевського. СБО призначені для очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод, що надходять від населення і підприємств міста [1].

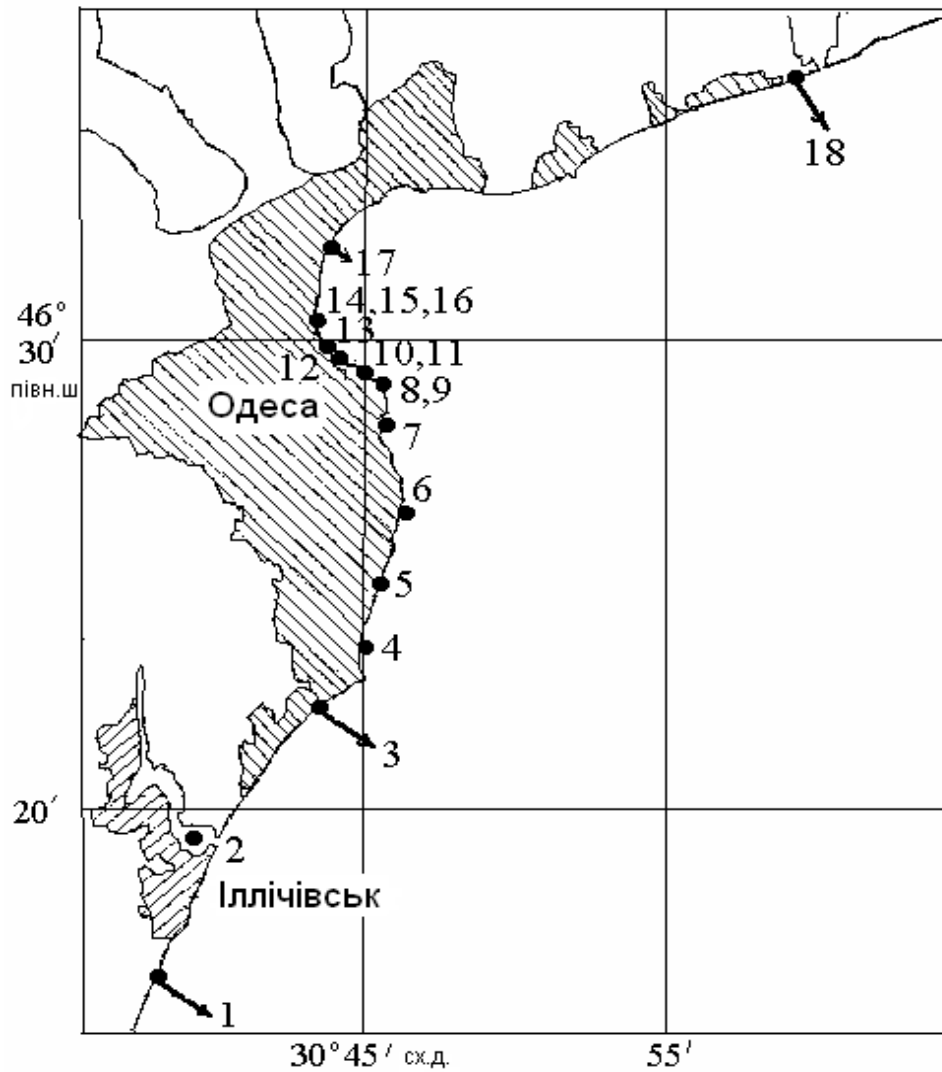


Рис. 2.1 – Основні берегові антропогенні джерела забруднення морського середовища Одеського району [1]:

1 – очисні споруди Черноморського морського торговельного порту (ЧМТП); 2 – портовий холодильник ЧМТП; 3 – СБО «Південна»; 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13 – міські зливові випуски; 9 – портовий холодильник Одеського порту; 10 – судноремонтний завод «Україна»; 11 – морвокзал Одеського порту; 14 – ЗАТ «Одеська цукрова компанія»; 15 – «Синтез-Ойл»; 16 – Одеська теплоелектроцентрально; 17 – СБО «Північна»; 18 – очисні споруди Одеського припортового заводу (ОПЗ).

На СБО «Південна» надходять стоки з південної частини м. Одеси. Скидання очищених стоків з СБО «Південна» здійснюється через розсіюваний випуск в акваторію Чорного моря на відстані 2,12 км від берега, на глибині 18,2 м [1].

До СБО «Північна» надходять стоки центральної та північної частини міста, в тому числі житлового масиву Котовського. У цьому районі розташована кількість промислових підприємств, цей фактор суттєво впливає на якість вод, що надходять на очисні споруди. СБО «Північна» здійснює скид стоків у Чорне море тільки в зимовий період року через скидний канал на відстані 300 м від берега на глибині 3,6 м, а в літній період року через береговий випуск в Хаджибейський лиман. У випадку виникнення екстремальної ситуації, згідно спеціального дозволу регіональних служб Міністерства екології та природних ресурсів України та Міністерства охорони здоров'я України, дозволяються аварійні випуски в Чорне море [7].

Стічні води з трубопроводу надходять в приймальню камеру, послідовно проходять пісколовку, первинний радіальний відстійник і направляються на біологічну очистку, яка здійснюється в контактнo-стабілізаційних аеротенках на СБО «Північна» і чотирьохкоридорних аеротенках на СБО «Південна». Після повної біологічної очистки стічна вода переходить до вторинного радіального відстійнику, з якого вона відводиться в водний об'єкт по скидних трубопроводах. Пісколовки призначені для часткового усереднення витрати стічних вод, затримання мінеральних домішок розміром 0,20 – 0,25 мм [1].

В первинних радіальних відстійниках здійснюється попереднє освітлення стічних вод. Процес повної біологічної очистки на СБО «Північна» протікає в контактнo-стабілізаційному аеротенку в дві стадії: перша стадія – в камері контакту сорбція забруднюючих речовин з стічних вод активним мулом; друга стадія – в камері стабілізації окиснення витягнутих забруднювачів мікроорганізмів – біодеструктором на поверхні активного мулу. Процес повної біологічної очистки на СБО «Південна»

проводиться в чотирьохкоридорних аеротенках-витискувачах. Стічна вода підводиться в аеротенк через розподільну систему зверху. Активний мул, що циркулює, подається в початок першого коридору. Аеротенки-витискувачі мають наступні переваги:

- виключення впливу залпових скидів забруднювачів шляхом відведення їх в окремі секції;
- поділ потоків очищених і брудних стічних вод [1].

Недоліком споруд є невисокий ступінь рециркуляції активного мулу, що впливає на ефективність процесу очищення. На обох станціях у вторинних радіальних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, відділення активного мулу, зважених речовин. Осади та надлишковий активний мул, що утворюється в результаті здійснення процесів очищення, вивозяться на мулові майданчики.

Кількість стічних вод, які надходять на очисні споруди, нижче проектних для СБО «Північна» в середньому на 33 %, для СБО «Південна» – на 28 %. В період 2000 – 2008 рр. відзначається тенденція до зменшення обсягів стічних вод, що надходять на очисні споруди. Це пов'язано, перш за все, з реалізацією заходів щодо зменшення використання водних ресурсів на підприємствах, суворим контролем витрати свіжої води питної якості на підприємствах і в житлових будинках [1].

З березня 1995 року на СБО «Південна» була введена в дію біологічна ступінь очищення. Якісна характеристика стоків, що скидаються до і після введення в дію біологічного ступеня очищення представлена в табл. 2.1.

Як видно з наведених даних, введення в дію біологічного ступеня очищення дозволило знизити концентрації азоту амонійного більш ніж в 5 разів, нафтопродуктів – в 4 рази, показників БСК₅– в 7 разів і ГПК в 2 рази. Однак концентрація нітритів на виході з очисних споруд зросла в 4 рази, а нітратів – в 100 разів.

Таблиця 2.1 – Характеристика стічної води СБО «Південна» [1]

Показник	Концентрація, мг/дм ³			
	1994 р.	1995 р.	1997 р.	2001 р.
Азот амонійний	17,9	12,5	7,68	3,09
Нітріти	0,044	0,12	0,72	0,2
Нітрати	0,06	0,24	0,45	5,98
БСК ₅	72,2	34	6,2	10,2
Перманг. окис.	28,3	13,4	7,48	9,91
ХСК	117	160	79,6	61,5
Нафтопродукти	0,133	0,08	0,026	0,028

Якісна характеристика стічних вод, що надходять на очисні споруди та скидаються в Чорне море після очищення в 2000 – 2008 рр., представлено в табл. 2.2, 2.3.

Таблиця 2.2 – Показники якості стічних вод на виході з СБО «Південна» Показатели качества сточных вод на выходе с СБО «Південна» (данні відомства лабораторії КП «Одесводоканал») [1]

Забруднююча речовина, показник	Середня річна концентрація, мг/дм ³						
	Рік						
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Зважені речовини	8,92	9,28	9,00	11,87	15,08	14,8	17,2
БСК ₅	7,52	10,12	11,60	10,18	9,95	7,03	9,3
ХСК	59,3	51,3	47,0	53,8	52,1	64,6	64,2
Перманганатна окислюваність	8,86	10,07	8,3	8,9	8,3	9,6	9,8
Нафтопродукти	0,052	0,029	0,053	0,041	0,048	0,02	0,02
СПАВ	0,048	0,058	0,08	0,065	0,058	0,05	-
Азот амонійний	7,41	3,12	5,39	4,66	4,20	4,5	7,1
Нітрати (по азоту)	3,87	5,65	4,72	4,72	4,76	6,46	6,2
Нітріти (по азоту)	0,135	0,189	0,215	0,241	0,215	0,37	0,293
Сухой залишок	521,5	502,3	435	448,3	485,3	584	485,2
Хлориди	96,2	90,1	102,0	-	-	-	97,0
Фосфати	2,13	4,35	4,20	5,04	6,31	7,76	8,8
pH	7,63	7,60	7,60	7,32	7,43	7,3	7,5
Микробне число	$2,10 \cdot 10^4$	$2,92 \cdot 10^4$	$4,9 \cdot 10^4$	$455 \cdot 10^2$	$221 \cdot 10^2$	-	-
Колі-індекс	$8,67 \cdot 10^7$	$4,25 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^7$	$303 \cdot 10^4$	$80 \cdot 10^4$	-	-
Розчинений кисень	7,0	7,2	7,3	9,8	9,2	7,6	6,9
Залізо загальне	-	-	-	0,098	0,125	0,083	0,18

Таблиця 2.3 – Показники якості стічних вод на виході з СБО «Північна» (дані відомчої лабораторії КП «Одесводоканал») [1]

Забруднююча речовина, показник	Середня річна концентрація, мг/дм ³						
	Рік						
	2000	2001	2002	2005	2006	2007	2008
Зважені речовини	4,00	4,17	5,42	10,42	11,17	12,0	12,0
БСК ₅	3,68	3,91	5,64	8,28	9,23	9,1	10,1
ХСК	60,8	59,7	71,5	79,0	76,8	76,5	74,4
Перманганатна окислюваність	5,34	5,21	6,8	8,5	9,03	8,3	8,4
Нафтопродукти	0,048	0,050	0,050	0,047	0,043	0,033	-
СПАР	0,046	0,048	0,055	0,024	0,029	0,039	0,030
Азот амонійний	1,50	1,49	2,22	5,87	4,95	6,63	5,94
Нітрати (по азоту)	6,08	6,04	5,7	3,71	3,22	1,7	3,47
Нітріти (по азоту)	0,12	0,14	0,262	0,366	0,463	0,579	0,496
Сухий залишок	944,8	991,3	895,1	810	900,3	971	835
Хлориди	120,8	113,0	140,7	129,6	147,7	-	137,4
Фосфати	3,8	3,9	5,5	4,63	4,06	2,4	3,2
pH	7,26	7,21	7,25	7,44	7,49	7,7	7,6
Мікробне число	0,9*10 ⁵	0,7*10 ⁵	2,02*10 ⁴	3,7*10 ⁴	2,3*10 ⁴	-	-
Колі-індекс	0,68*10 ⁸	0,44*10 ⁸	1,52*10 ⁷	4,3*10 ⁷	2,1*10 ⁷	-	-
Розчинений кисень	3,0	3,1	3,5	4,1	4,4	5,2	5,4
Залізо загальне	-	-	-	0,165	0,032	0,05	0,08

Для зворотних вод СБО «Північна» простежується тенденція до збільшення концентрацій всіх нормованих показників, зокрема, збільшилися величина БСК_{повне} (в 2,3 рази) і концентрації азотовмісних з'єднань, а саме: азоту амонійного – в 3,9 рази, азоту нітритного – в 3,4 рази і азоту нітратного – в 2,1 рази. Вміст фосфатів у стічних водах, що скидаються в море після очищення, збільшилася в 1,2 рази [1].

Для СБО «Південна» відзначається незначне зниження БСК_{повне}, ХСК, перманганатна окиснюваність і концентрації азоту нітратного – в середньому в 1,1 рази. Для з'єднань азоту амонійного, азоту нітритного і фосфатів спостерігається підвищення концентрацій – в середньому в 1,4 рази. Ефективність очищення стічних вод від азоту амонійного на очисних спорудах становить в середньому 72 %, а для неорганічних сполук фосфору – в середньому 61 %. За бактеріологічними показниками на виході з очисних споруд стічні води характеризуються значним вмістом бактерій групи кишкової палички, що пов'язано з високим бактеріальним забрудненням на

вході на очисні споруди і відсутністю знезараження очищених стоків, що скидаються в море [1].

Кількісний склад стічних вод, що скидаються СБО «Північна» і «Південна» в Чорне море за період 2000 – 2008 рр., представлено в табл. 2.4, 2.5.

Таблиця 2.4 – Кількість забруднюючих речовин, які надійшли у морське середовище зі стічними водами СБО «Південна» [1]

Забруднююча речовина	Фактичний викид, т/рік						
	2000 р.	2001 р.	2002 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Зважені речовини	496,06	492,76	447,24	529,99	712,86	694,95	837,78
БСК ₅	418,20	537,36	576,44	454,54	470,36	330,10	452,98
ХСК	3297,79	2723,98	2335,57	2402,19	2462,87	3033,35	3127,05
Перманганатна окислюваність	492,72	534,71	412,45	397,39	392,36	450,78	477,34
Нафтопродукти	2,89	1,54	2,63	1,83	2,28	0,94	0,97
СПАР	2,67	3,08	3,98	2,90	2,74	2,35	-
Азот амонійний	412,08	165,67	267,85	208,07	198,54	211,30	345,83
Нітрати	215,22	300,01	234,55	210,75	225,01	303,34	301,99
Нітри́ти	7,51	10,04	10,68	10,76	10,16	17,37	14,27
Сухий залишок	29001,66	26671,63	21616,46	20016,75	22941,12	27422,26	23633,09
Хлориди	5349,87	4784,22	5068,69	-	-	-	4724,63
Фосфати	118,45	230,98	208,71	225,04	298,29	364,38	428,63

Ефективність очищення стічних вод від азоту амонійного на очисних спорудах становить в середньому 72 %, а для неорганічних сполук фосфору – в середньому 61 %. За бактеріологічними показниками на виході з очисних споруд стічні води характеризуються значним вмістом бактерій групи кишкової палички, що пов'язано з високим бактеріальним забрудненням на вході на очисні споруди і відсутністю знезараження очищених стоків, що скидаються в море.

За даними Держінспекції з охорони північно-західної частини Чорного моря, якість очищеної води, що скидається з СБО «Північна» не відповідає погодженим нормативам гранично допустимих скидів. Внаслідок чого очищені зворотні води СБО «Північна» після очисних споруд переведені з категорії нормативно очищених в категорію недостатньо очищених.

Таблиця 2.5 – Кількість забруднюючих речовин, які надійшли у морське середовище зі стічними водами СБО «Північна» [1]

Забруднююча речовина	Фактичний викид, т/рік						
	2000 р.	2001 р.	2002 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Зважені речовини	386,37	385,54	464,60	884,60	958,04	924,10	899,12
БСК ₅	355,46	361,50	483,46	702,92	791,65	700,78	756,76
ХСК	5872,85	5519,62	6128,91	6706,64	6586,90	5891,17	5574,55
Перманганатна окислюваність	515,81	41,70	582,89	721,60	774,94	639,17	629,39
СПАР	4,44	4,44	4,80	2,04	2,49	3,00	2,25
Азот амонійний	144,89	137,76	190,30	498,33	424,56	510,57	445,07
Нітрати	587,29	558,43	488,60	314,96	276,18	130,91	259,99
Нітри́ти	11,59	12,94	22,46	31,07	39,71	44,59	37,16
Сухий залишок	91261,07	91651,63	76727,08	68764,30	77217,65	74775,45	62563,88
Хлориди	11668,43	10447,53	12060,66	11002,29	12668,05	-	10294,94
Фосфати	367,05	360,58	471,45	393,06	348,22	184,82	293,77
Нафтопродукти	4,64	4,62	4,29	3,99	3,69	2,54	-

Необхідно відзначити, що в районі випуску стоків відсутні природні фільтрати морської води – мідії та інші двостулкові молюски. Це пов'язано з тим, що в даній акваторії практично немає твердих субстратів. Таким чином, не буде ніяких перешкод для поширення стоків по затоці і прилеглій акваторії.

Очисні споруди Чорноморського морського торговельного порту (ЧМТП) розташовані на південь від м. Чорноморськ на відстані 2,5 км від міської межі і в 700 м від с. Санжейка.

Споруди, призначені для очищення виробничих і господарсько-побутових стічних вод підприємств і населення м. Чорноморськ, з подальшим скиданням знешкоджених стоків в акваторію Чорного моря.

Відведення стічних вод здійснюється через глибоководний розсіюючий випуск на відстані 2,0 км від берега. Глибина моря в районі випуску стічних вод становить 17 м[1].

Розрахована кратність початкового розбавлення для очисних споруд ЧМТП становить 8 разів, а довжина ділянки початкового розбавлення дорівнює 15 м [1].

Проектна продуктивність очисних споруд складає 9,09 млн. м³/рік.

Очищення змішаного господарсько-побутового та виробничого стоку здійснюється механічними і біологічними методами.

Стічні води з напірного трубопроводу надходять в приймальну камеру, послідовно проходять пісколовку, первинний радіальний відстійник. Потім освітлені стоки потрапляють у двосекційний трьохкоридорний аеротенк для біологічної очистки з рециркуляцією активного мулу. З аеротенків біологічно очищені стоки надходять у вторинний радіальний відстійник і потім в контактний резервуар для знезараження, звідки відводяться в акваторію Чорного моря.

Механічні решітки призначені для затримання покидьків.

В приймальній камері відбувається акумулювання і часткове усереднення потоку.

Пісколовки служать для часткового усереднення витрати стічних вод, затримання плаваючих покидьків, мінеральних домішок крупністю 0,20 – 0,25 мм. Пісколовки працюють у почерговому режимі.

У первинних радіальних відстійниках здійснюється попереднє очищення стічних вод, виділення нерозчинених зважених крупнодисперсних частинок. Відстійники працюють в паралельному режимі. Передбачений проектом час відстою – 1,5 години.

В аеротенках протікає процес повної біологічної очистки. Задіяна одна секція для біологічного очищення стоку, друга секція – для мінералізації опадів первинних відстійників. В аварійних ситуаціях обидві секції аеротенку запускаються на біологічну очистку.

У вторинних радіальних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, відділення активного мулу, зважених речовин. Час процесу відстою – не менше двох годин.

В контактних резервуарах відбувається 30-хвилинне знезараження стоків. Стічні води піддають хлоруванню тільки за епідеміологічними показниками.

Починаючи з 2000 р., у зв'язку із загальним спадом виробництва, припиненням діяльності Черноморської птахофабрики, впровадженням заходів щодо раціонального використання водних ресурсів на підприємствах, суворим контролем витрат свіжої води питного якості на підприємствах і в житлових будинках м. Чорноморська (обладнання лічильниками на вході і на виході), витрати стічних вод, що надходять на очищення, зменшилися в 1,5 рази у порівнянні з 1999 р [1].

За своїм складом стічні води, які надходять на очисні споруди в даний час, наближаються до господарсько-побутового стоку.

Якість скидних вод, що відводяться у море після очищення, залежить від якісного складу надходить на очищення стічної води і методів очищення, що використовуються на очисних спорудах. Характеристика стічних вод, що відводяться у Чорне море, представлена в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Кількість забруднюючих речовин, що надходять в морське середовище зі стічними водами ЧМТП [1]

Забруднююча речовина	Фактичний викид, т/рік				
	2001 р.	2002 р.	2003 р.	2005 р.	2006 р.
Зважена речовина	36,31	34,94	39,07	36,12	40,09
БСК ₅	31,86	30,93	39,61	36,72	31,59
ХСК	106,40	139,13	302,23	101,44	104,23
Перманганатна окислюваність	64,98	50,41	-	-	-
Нафтопродукти	0,25	0,16	0,22	0,27	0,27
СПАР	0,19	-	-	0,24	0,27
Азот амонійний	14,65	15,84	23,26	7,43	9,09
Нітрати	35,04	26,59	111,99	40,68	36,91
Нітріти	1,98	1,27	5,20	0,62	0,77
Залізо	0,32	0,27	-	0,38	0,34
Фосфати	11,79	14,93	14,09	25,23	27,33

Як видно з наведеної таблиці, в 2001 р. концентрації БСК_{повн} в 1,5 рази перевищували ГДК для рибогосподарських водойм, азоту амонійного – у 2 рази, а азоту нітратного – в 3,5 рази. В період з 2003 по 2005 рр. на очисних спорудах ЧМТП була проведена реконструкція первинних відстійників і аеротенків, що дозволило знизити вміст азоту амонійного і нітритного в очищених стічних водах в середньому в 1,3 і 2,1 рази, відповідно [1].

У той же час, у стічних водах, що пройшли очищення на очисних спорудах, фіксується збільшення концентрацій азоту нітратного і мінерального фосфору в 2,0 і 2,8 рази, відповідно.

Кількість забруднюючих речовин, що надходять у море зі стічними водами ЧМТП за період 2001 – 2006 рр. представлено в табл. 2.7.

Очисні споруди Одеського припортового заводу (ОПЗ) призначені для знезараження господарсько-побутових стічних вод заводу, порту і м. Південний, с. Гвардійське, промислово-злизових і хімічно забруднених стічних вод ОПЗ, з використанням механічних і біологічних методів очищення [7].

Стічні води, що акумулюються в приймальній камері, звідки проходять послідовно через решітки-дробарки, пісколовки, первинні радіальні відстійники. Освітлена вода надходить на біологічну очистку в аеротенки-окислювачі, потім переходить у вторинні радіальні відстійники, збирається в приймальному резервуарі насосної станції, знезаражується і відводиться в Чорне море через глибоководний розсіюючий випуск на відстань 2,3 км від урізу води. Середня глибина моря в місці випуску – 16 м [7].

Таблиця 2.7 – Показники якості стічних вод на виході із очисних споруд ЧМТП [1]

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік					
	2000 р.	2001 р.	2002 р.	2003 р.	2005 р.	2006 р.
Зважена речовина	5,6	5,7	6,53	7,24	6,73	7,54
БСК ₅	5,73	5,0	5,78	7,34	6,84	5,94
Перманганат. окисл.	8,5	10,2	9,42	-	-	-
ХСК	21,2	16,7	26,0	56,0	18,9	19,6
Нафтопродукти	0,043	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05
Азот амонійний	2,18	2,30	2,96	4,31	1,57	1,71
Азот нітратний	3,79	5,5	4,97	20,75	7,58	6,94
Азот нітритний	0,318	0,31	0,24	0,96	0,115	0,144
Фосфати	1,90	1,85	2,79	2,61	4,7	5,14
Залізо загальне	0,056	0,05	0,05	-	0,07	0,063

Кратність початкового розбавлення для очисних споруд ОПЗ становить 12 разів, а довжина ділянки початкового розбавлення дорівнює 16 м [1].

Проектний обсяг скидаються очищених стічних вод становить 8,5 млн. м³/рік.

Приймальна камера служить для гасіння швидкості стічних вод і передбачає можливість відведення некондиційних стічних вод в аеротенк-усереднювач з наступним їх поданням на голову споруд.

На решітках затримуються великі предмети (ганчірки, папір, каміння та ін.), дробарки призначені для їх подрібнення.

У горизонтальних пісколовках з круговим рухом води здійснюється виділення піску в осад під дією сили тяжіння.

В первинних відстійниках відбувається видалення нерозчинених потопаючих і спливаючих органічних і неорганічних забруднень, не затриманих ґратами і пісколовками. У відстійниках відбувається освітлення стічних вод з ефективністю до 50 %.

В аеротенках-окиснювачах протікають процеси аеробного біохімічного окислення розчинених забруднювачів за допомогою активного мулу (біоценозів мікроорганізмів). Аеротенк являє собою збірний залізобетонний резервуар, обладнаний нижніми і верхніми розподільними каналами подачі стічної води. Для перемішування і аерації активного мулу повітрям на дні аеротенку по всій його довжині прокладені фільтраційні канали, перекриті фільтричними керамічними плитами для рівномірної подачі повітря. Секційна трьохкоридорна конструкція аеротенку передбачає можливість роботи з регенерацією циркуляційного активного мулу.

У вторинних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, виділення активного мулу.

Знезараження здійснюється розчином гіпохлориту натрію в трубопроводах очищених вод.

З кінця 90 -х років фіксується зменшення обсягів стоків, що надходять на очистку. Очисні споруди за розглянутий період були завантажені в

середньому на 82 % від проектної продуктивності. Падіння обсягів пояснюється зменшенням обсягів стоків від самого виробництва і від сторонніх споживачів, що пов'язано з підвищенням тарифів на воду, її економією і раціональним використанням [7].

Якість стічних вод, що надходять на очисні споруди і відводяться після очищення в море, визначається характером основного виробництва і методами очищення стоків на очисних спорудах [2]. Характеристика стічних вод відводяться в Чорне море представлена в табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Показники якості стічних вод на виході з очисних споруд ОПЗ [1]

Контролюючий показник	Концентрація, мг/л								
	рік								
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2006	2007	2008
Амоній сольовий	0,97	4,35	1,75	0,87	0,64	0,36	0,465	0,454	0,53
Карбамід	4,62	0,65	4,25	0,40	0,24	0,25	-	-	-
Нітрати	88,7	95,9	78,8	66,0	70,29	74,87	27,0	21,7	13,0
Нітрити	0,09	0,29	-	0,04	0,023	0,031	0,12	0,087	0,10
Фосфати	4,65	4,3	6,0	5,85	6,01	7,76	8,4	9,3	8,62
ХСК	20,8	21,5	19,0	15,5	21,5	24,77	28,4	20,9	32,0
Зважені речовини	11,0	9,0	13,5	9,5	9,89	10,61	11,62	8,90	11,5
БСК _{пол}	-	4,1	3,40	3,2	3,02	3,98	4,66	3,50	6,0
Нафтопродукти	-	0,09	0,09	0,11	0,05	-	0,016	0,082	0,082

Як видно з наведеної таблиці, концентрації забруднюючих речовин перевищують гранично допустимі значення для рибогосподарських водойм. Однак можна відзначити, що починаючи з 2001 р. спостерігається зниження концентрацій азотовмісних забруднюючих речовин. Вміст фосфатів у скидаються стічних водах змінилося незначно. Така ситуація пов'язана з удосконаленням технології очищення стічних вод в аеротенках [1].

Кількість забруднюючих речовин, що надійшли в море зі стічними водами ОПЗ за період 2001 – 2003 рр. представлено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Кількість забруднюючих речовин які поступили в морське середовище зі стічними водами ОПЗ [1]

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік					
	2001 р.	2002 р.	2003 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.
Зважені речовини	52,42	46,39	53,74	46,04	38,89	48,73
БСК ₅	11,04	8,86	12,61	13,88	11,50	19,12
ХСК	85,52	100,84	125,47	112,53	91,32	135,60
Нафтопродукти	0,61	0,23	-	0,063	0,36	0,35
АПАР	-	0,14	-	0,12	0,13	0,12
Азот амонійний	4,80	3,00	1,82	1,84	1,98	2,25
Нітрати	364,16	329,67	379,25	106,99	94,81	58,90
Нітріти	0,22	0,11	0,16	0,48	0,38	0,42
Хлоріди	-	570,36	809,57	-	-	1114,49
Фосфати	32,28	28,19	39,31	33,28	40,63	36,53

2.2 Індустріальні стоки підприємств

Одним з не менш важливих джерел антропогенних забруднень є стоки підприємств [7]. До індустріальних джерел забруднення відносяться підприємства, що здійснюють безпосереднє скидання стічних вод в акваторію Одеської затоки. В даний час до їх числа відносяться:

- в м. Черноморськ – портовий холодильник Іллічівського морського рибного порту (ІМРП), який має загальну систему охолодження компресорів. Для охолодження конденсаторів використовується система постачання технічної води з акваторії Сухого лиману. Після використання технічна вода скидається через зливову каналізацію порту в Сухий лиман.

- в м. Одесі – портовий холодильник, Одеський судноремонтний завод (СРЗ «Україна»), станція кондиціонування повітря морвокзалу Одеського порту, ЗАТ «Одеська цукрова компанія», станція очистки баластних вод (СОБВ) Одеського морського торгового порту, Одеська теплоелектроцентраль (ОТЕЦ) [1]. На цих підприємствах існує повна роздільна система каналізування. Господарсько-побутові та виробничі стоки відводяться на міські очисні споруди, а технічна (морська вода), використовується, в основному, для охолодження різного обладнання, відводиться після очищення в акваторію Одеського порту.

На всіх підприємствах випуску технічної води розташовані безпосередньо біля берега. Середня глибина моря в районі випуску технічної води для підприємств ІМРТ складає 2,5 м, портовій холодильнику і ЗАТ «Одеська цукрова компанія» – 3,0 м, СРЗ «Україна» – 8 м, станція кондиціонування повітря морвокзалу Одеського порту – 9,5 м, ОТЕЦ – 1,5 м. Випуск стічних вод з СОБВ – береговий [12]. Якісна характеристика стічних вод відведених в акваторії Чорного моря індустріальними джерелами забруднення взята із «Проектів межі допустимих скидів забруднюючих речовин» для кожного окремого підприємства и представлена в табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Якісна характеристика забруднення стічних вод, відведених в акваторію Чорного моря індустріальними джерелами забруднення [1]

Джерело забруднення	Проект. витрата, млн. м ³ /рік	Нормовані показники							
		Зважені речовини, мг/дм ³	БСК _{повн} , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	Залізо загальне, мг/дм ³	СПАР, мг/дм ³	НП, мг/дм ³
ІМРТ	2,63	3,00	2,86	-	-	0,39	0,05	-	0,05
Порт. холод.	1,69	2,50	2,86	-	-	0,50	0,05	-	0,05
СРЗ «Україна»	0,43	3,25	3,00	-	-	-	0,05	-	0,05
Морвокзал Одеського морського порту	0,24	2,10	2,86	-	-	-	0,05	-	0,05
СОБВ	0,10	3,70	-	-	-	-	0,05	0,10	0,10
ЗАО «Одеськая сахарна компанія»	8,73	4,25	3,19	40,00	0,08	0,15	0,05	-	0,06
ОТЕЦ	22,39	7,40	5,43	-	-	-	0,16	-	0,15

Як видно з наведеної таблиці показник БСК_{повн} для ОТЕЦ в 1,8 рази перевищує допустиме значення для води рибогосподарських водойм (ГДК – 3,0 мг/дм³). Вміст азоту нітритного и нітратного в стічній воді ЗАТ «Одеська цукрова компанія» в 4 рази вище ГДК (0,02 мг/дм³ и 9,1 мг/дм³, відповідно). Якість нафтопродуктів у відведеній технічній воді з підприємств СОБВ в 2 рази вище ГДК і ОТЕЦ – в 3 рази вище ГДК (0,05 мг/дм³) [8].

Якісний склад вмісту забруднюючих речовин у стічних водах, пропускаючих в море від індустріальних джерел забруднення представлений в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Кількість забруднюючих речовин, які потрапляють в морське середовище від індустріальних джерел забруднення [1]

Джерела забруднення	Нормові показники							
	Зважена речовина, т/рік	БСК ₅ , т/рік	Нітрати, т/рік	Нітроти, т/рік	Азот амонійний, т/рік	Залізо, т/рік	СПАР, т/рік	НП, т/рік
ІМРП	7,89	4,80	-	-	1,02	0,13	-	0,13
Порт. холодильник	4,22	3,08	-	-	0,84	0,08	-	0,08
СРЗ «Україна»	1,40	0,81	-	-	-	0,02	-	0,021
Морвокзал Одеського морського порту	0,50	0,44	-	-	-	0,01	-	0,012
Синтез-Ойл	0,37	-	-	-	-	0,01	0,01	0,01
ЗАТ «Одеська цукрова компанія»	37,10	17,44	349,30	0,69	1,31	0,44		0,52
ОТЕЦ	165,69	77,64	-	-	-	3,58	-	3,36
Всього	217,17	104,21	349,30	0,69	3,17	4,27	0,01	4,14

2.3 Зливові стоки

Місто Одеса ділиться на 3 басейни каналізування: Північний, Південний і житловий район Котовського. Кожен басейн має відокремлену схему каналізації. Межа між Північним і Південним районами проходить по вул. Пироговській та гілці залізниці Одеса-головна.

Загальна площа м. Одеси по Генеральному плану (1989 р.), розробленого Київським інститутом «Гідромісто», становить 17306,0 га, з

них каналізовано 9845 га. Площа Південного басейну становить 3047,2 га, Північного – 5424,2 га і житлового району Котовського – 1374,1 га [8].

Територія Південного району зайнята житловою багатоповерховою забудовою, з найбільшим ступенем благоустрою порівняно з іншими районами міста. Частина Південного басейну каналізування проходить уздовж узбережжя зайнятого соціальними об'єктами.

Каналізування Південного району, в основному, виконано по повній роздільній системі, що передбачає окремий відведення стічних вод визначеної категорії (побутових, виробничих і дощових вод). Відведення дощових вод з території південного басейну здійснюється закритою мережею колекторів зі скиданням у море трьома випусками в районі пляжу Аркадія, 10-й та 16-ї станцій Б. Фонтану. Зливні випуски віддалені від лінії урізу води на 300 м. Очисні споруди зливових колекторів відсутні.

В даний час постійно діючими зливовими випусками є випуски на 10-й та 16-й станціях Б. Фонтану. Випуск зливової каналізації в Аркадії опломбований і відкривається тільки в період інтенсивного дощу (за інформацією Держінспекції з охорони північно-західній частині Чорного моря) для запобігання затоплення прилеглої території.

Розрахункова пропускна здатність зливних випусків в Аркадії, на 10-й та 16-й станціях Б. Фонтану становить 4,6 м³/с.

Крім скидання поверхневих вод, через випуски зливової каналізації 10-й та 16-ї станцій Б. Фонтану в даний час здійснюється постійний несанкціонований скид неочищених побутових стічних вод з прилеглої території.

За оцінкою загальний обсяг скиду зливових вод через зливових випусків 10-й та 16-й ст. Б. Фонтану становить 500 тис. м³/рік.

Північний басейн каналізування ділиться на два основних басейну – Фрунзенський та Приморський. Водороздільна лінія між ними проходить по вулиці Преображенська.

Північна частина (басейн вул. Промислової, Липинської та Джутової балки) представляє, в основному, промислову частину міста. Центральна частина Північного басейну каналізування являє собою упорядковані квартали.

Система каналізування цієї частині міста історично склалася як загально плавна, що має одну водовідводну мережу, призначену для спільного відведення стічних вод усіх типів (побутових, виробничих, дощових). На головному колекторі є зливні випуски (Девалановський, Платонівський, Андросовський, 1-й і 2-й Заливні провулки), через які частина суміші стічних вод скидається без очищення в море. В даний час ці випуски опломбовані (за інформацією Державної екологічної інспекції з охорони північно-західній частині Чорного моря) і тільки в період інтенсивного дощу зливної води скидаються в море через зливні збори для запобігання аварійної ситуації в місті [8].

Проектна пропускна здатність Девалановського зливого випуску становить $4,5 \text{ м}^3/\text{с}$, Платонівського – $4,6 \text{ м}^3/\text{с}$, Військового і Андросовського – $4,05 \text{ м}^3/\text{с}$, зливових випусків 1-го і 2-го Заливних провулків – $11 \text{ м}^3/\text{с}$.

В період інтенсивного дощу на головну насосну станцію «Північна» надходять змішані господарсько-побутові та дощові стоки в кількостях, що перевищують проектну потужність СБО «Північна», що призводить до затоплення прилеглої території. Для запобігання аварійної ситуації більша частина зливого стоку, в період випадання інтенсивних опадів, скидається безпосередньо в море без очищення.

У північно-східній частині міста розташований житловий район Котовського і північна частина Пересипу, витягнута вздовж Миколаївської та Балтської доріг. Житловий район Котовського широким масивом розташовується вздовж Дніпропетровської дороги та вул. Добровольського. Рельєф території житлового району спокійний, з невеликим ухилом в сторону Куяльницького лиману [1].

Каналізація житлового району Котовського передбачалася за повною роздільною схемою. В даний час збудовано ділянку магістрального дощового колектора по вул. Дніпропетровської, але через недостатність фінансування будівництво колектора припинено, а прокладений ділянку зливної каналізації затампований. В даний час зливні стоки відводяться по рельєфу.

На кількісний і якісний склад зливної стоку впливають як природні фактори (частота, тривалість, інтенсивність дощу, кількість опадів, тривалість періоду відсутності опадів, випаровування, фільтрація, затримання вологи рослинами), так і антропогенні фактори (наявність виробничих об'єктів на водозбірній території, кількість дорожніх покриттів та інтенсивність руху на них та ін.). Тому кількісний і якісний склад зливових вод може бути різним навіть у межах одного населеного пункту.

Хімічний склад зливових вод для м. Одеси представлений в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Гідрохімічні характеристики зливових вод [1]

Найменування речовини	Одиниця виміру	Концентрація	
		Для м. Одеса	В середньому по Україні
1	2	3	4
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	61,8	50 – 100
Азот амонійний	мг/дм ³	0,36	2,6 – 6,0
Азот нітрітний	мг/дм ³	0,35	-
Азот нітратний	мг/дм ³	1,47	-
Азот органічний	мг/дм ³	8,12	-
Фосфати	мг/дм ³	0,25	0,5 – 1,0
Фосфор органічний	мг/дм ³	0,13	-
Зважені речовини	мг/дм ³	1501,53	1000 – 2000
СПАР	мг/дм ³	0,52	-
Нафтопродукти	мг/дм ³	23,93	10,15
Свинець	мг/дм ³	0,50	-
Цинк	мг/дм ³	1,13	-
Нікель	мг/дм ³	0,069	-
Мідь	мг/дм ³	0,24	-
Кадмій	мг/дм ³	0,004	-
Ртуть	мг/дм ³	0,0002	-
Загальне число мікроорганізмів	кл/мл	8300000	-

Продовження табл. 2.12.

1	2	3	4
Величина коли-індекса	кл/л	1285000	-
Чисельність стрептококів	кл/л	1221500	-
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	61,8	50 – 100
Азот амонійний	мг/дм ³	0,36	2,6 – 6,0

Як видно з наведеної таблиці, по своїм гідрохімічним і гідробіологічним показниками зливі стоки м. Одеси ідентичні недостатньо очищеним і неочищеним стічним водам промислових підприємств і міських каналізаційних колекторів.

Так, вміст у зливовому стоці азоту нітритного в 18 раз вище гранично допустимого рівня для рибогосподарських водойм.

У неочищеному поверхневому стоці концентрація нафтопродуктів вище середніх значень по Україні та більш ніж в 400 разів перевищує ГДК. Концентрація СПАР – в 5 разів вище ГДК. Також в поверхневому стоці, що надходить в море, фіксуються значні концентрації металів. Так, концентрація міді в 48 разів вище гранично допустимої (ГДК – 0,005 мг/дм³), ртуті – в 2 рази (ГДК – 0,0001 мг/дм³), свинцю – в 50 разів (ГДК – 0,01 мг/дм³) і цинку – в 23 рази (ГДК – 0,05 м /дм³).

Кількісний склад забруднюючих речовин в стічних водах, що надходять до Одеського району ПЗЧМ від основних міських зливових випусків, представлений в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Кількість забруднюючих речовин, що надходять в морське середовище зі зливовими водами [1].

Забруднююча речовина	Кількість, т/рік
1	2
Зважена речовина	11591,81
БСК ₅	477,1
Нафтопродукти	184,74
СПАР	4,01
Азот амонійний	2,78
Нітрати	11,35
Нітри	2,7
Фосфати	1,93
Свинець	3,86

Продовження табл. 2.13.

1	2
Цинк	8,72
Нікель	0,53
Мідь	1,85
Кадмій	0,03
Ртуть	0,002

2.4 Дренажний стік

Морське узбережжя м. Одеси на протязі близько 22 км схильне до обвальних процесів. Для запобігання руйнуванню берегової смуги в 1961 р. було розроблено проект першої черги заходів по боротьбі з зсувами, що включають в себе:

- захист існуючих і створення нових штучних пляжів з системою бун, хвилеломи та траверсів для утримання наносів і відсипання пляжних матеріалів;
- перехоплення та відведення підземних вод дренажними галереями в контакті між вапняками і мотичними глинами;
- облаштування свердловин вертикального дренажу, що скидають воду в галереї;
- організовано відведення поверхневих вод системою нагорних каналів, лотків, перепадів і швидкотоків;
- розвантаження верхньої частини схилів шляхом зрізання шару ґрунту потужністю до 15 м з пристроєм мінімального укосу 1:2,5 і проведенням дренажування і травосіяння [1].

В результаті вжитих заходів на узбережжі м. Одеси створена з привізного матеріалу смуга штучних пляжів від Ланжерона до 16 ст. Великого Фонтану і далі, протяжністю близько 15 км при ширині 40 – 50м.

Для утримання пляжу і запобігання від розмиву контрбанкетів в море на відстані 100 – 120 м від зрізу води були побудовані підводні хвилерізи, гребінь яких заглиблений нижче середнього рівня моря на 0,6 м. Основне

призначення хвилерізу – гасіння енергії хвилі і утримування пісків штучних пляжів від виносу на великі глибини. Для забезпечення стабільності пляжу, акваторії між хвилеломом і берегом через 200 – 300 м перегороджені перпендикулярними до берегу надводними спорудами – траверсами. Ці споруди не дають можливості піску переміщатися уздовж берега під дією косо підходящої хвилі. Прибережна мілина між зрізом моря і хвилеломом покрита шаром піску потужністю 0,5 – 1,5 м. Загальна площа створених на ділянці штучних пляжів склала 20 га. В першу чергу берегозахисних споруд, протяжністю 6,2 км, охопила берегову зону від Ланжерона до Аркадії, друга була продовжена до мису Великий Фонтан [2].

Існуючий комплекс гідротехнічних конструкцій перетворив прибережну зону моря у ланцюжок штучних басейнів різного ступеня ізолюваності, обгороджених траверсами і хвилеломами із середнім об'ємом 52 тис.м³. Водообмін з водами відкритого моря здійснюється в поверхневому 50 – 75 см шарі вздовж хвилерізу і у частині траверсів в місці їх з'єднання з хвилеломом. В теж час ці ізолювані ділянки моря є водоприймачами підземних дренажних та зливових вод, що призводить до зміни і погіршення якісного складу морських вод прибережної зони м. Одеси [1].

Для дренажування вод понтичного водоносного горизонту на ділянці, паралельно бровці обриву, проведена підземна галерея. 195 дренажних свердловин обладнані фільтрами на всю потужність водоносного горизонту і вода з них скидається в галерею, або в товщу понтичних вапняків. З галереї дренажні води надходять в водозбірні штольні, що виходять в прибережну зону приблизно через 1 км. Всього в районі 1 і 2 черги берегозахисних споруд знаходяться 11 дренажних штолень від Одеського порту до мису Великий Фонтан, загальною протяжністю 12,7 км. Гідротехнічні споруди першої черги протизсувних споруд включають 7 штолень, з яких дренажні води скидаються в море в басейни протизсувних споруд.

Портали штолень №№ 1, 2, 4, 5 і місця скидання з них дренажних вод в море розташовані на закритих територіях. Портал штольні СРЗ-2 і лоток, по

якому дренажна вода з штольні надходить в каналізаційний люк з подальшим скидом в море, знаходиться в напівзруйнованому стані. Друга черга протизсувних споруд від Аркадії до мису В. Фонтан включає в себе п'ять дренажних штолень. З них на закритих територіях знаходяться портали штолень №№ 7, 10 і місце скидання в море дренажних вод зі штольні № 6. Для штолень №№ 7, 8, 9, 10 передбачено скидання дренажних вод по лотках на траверсах за лінію хвилеломів [2].

В даний час скидання за лінію хвилеломів проводиться тільки з штолень №№ 9, 10, що становить близько 17% сумарного скидання дренажних вод 1-ої і 2-ої черги протизсувних споруд.

Лотки, призначені для збору дренажних вод зі штолень №№ 7, 8 деформовані і вода з них стікає в басейни до лінії хвилеломів.

Відмінності між максимальним і мінімальним обсягами годинного стоку становить 8 – 12% від середньорічного значення. Максимальні витрати води через штольні відзначається в травні – червні і серпні, збігаючись з періодом максимальних опадів, мінімальний – з грудня по лютий включно. Дебіт штолень 1 і 2 черги становить 18 млн. м³/рік.

Гідротехнічні споруди першої черги протизсувних споруд включають 7 штолень, з яких дренажні води скидаються в море в басейни протизсувних споруд. Портали штолень №№ 1, 2, 4, 5 і місця скидання з них дренажних вод у море розташовані на закритих територіях. Портал штольні СРЗ-2 і лоток, по якому дренажна вода з штольні надходить в каналізаційний люк з подальшим скиданням у море, знаходиться в напівзруйнованому стані.

Друга черга протизсувних споруд від Аркадії до мису В. Фонтан включає в себе п'ять дренажних штолень. З них на закритих територіях знаходяться портали штолень №№ 7, 10 і місце скидання в море дренажних вод з штольні № 6. Для штолень №№ 7, 8, 9, 10 передбачено скидання дренажних вод по лотках на траверсах за лінію хвилеломів. В даний час скидання за лінію хвилеломів здійснюється тільки з штолень №№ 9, 10, що становить близько 17 % від сумарного скидання дренажних вод 1-ї та 2-ї

черги протизсувних споруд. Лотки, призначені для збирання дренажних вод з штолень №№ 7, 8 деформовані і вода з них стікає в басейни до лінії хвилеломів [2].

Дебіт штольневого стоку зазнає закономірні коливання на протязі року. Відмінності між максимальним і мінімальним обсягами годинного стоку становить 8 – 12 % від середньорічного значення. Максимальний витрата води через штольні відзначається в травні – червні і серпні, співпадаючи з періодом максимальних опадів, мінімальний – з грудня по лютий включно. Дебіт штолень 1 і 2 черги становить 18 млн. м³/рік.

В табл. 2.14 наведено дані щодо якості дренажних вод, які потрапляють в Одеську затоку.

Таблиця 2.14 – Якість забруднюючих речовин, які потрапляють в морське середовище з дренажними водами [1]

Місце збору проб	Азот амонійний, т/рік	Нітрити, т/рік	Нітрати, т/рік	Фосфати т/рік,	БСК ₅ , т/рік	НП, т/рік
Пляж «Ланжерон»	1,27	0,0081	91,08	0,093	1,51	0,24
Пляж «Отрада»	0,10	0,0005	9,54	0,010	-	0,03
Яхт-клуб	0,01	0,0001	2,12	0,002	0,02	0,14
Пляж «Дельфін»	1,12	0,0025	60,27	0,057	1,46	0,12
Пляж санаторію ім. Чкалова	0,68	0,0017	44,18	0,043	0,83	0,47
Малий Фонтан	0,21	0,0008	32,67	0,090	0,49	0,07
8 ст. Б. Фонтана	0,06	0,0012	24,51	0,044	0,33	0,04
11 ст. Б. Фонтана	0,99	0,0037	84,18	0,070	2,40	0,70
13 ст. Б. Фонтана	0,01	0,0002	4,42	0,005	0,11	0,003
15 ст. Б. Фонтана	0,01	0,0002	2,47	0,012	0,11	0,007
Причал р/к ім. Шмідта	0,09	0,0058	70,48	0,216	3,37	0,13
Всього	4,55	0,0248	452,92	0,642	10,62	1,95

Як видно з наведеної таблиці, дренажні води, що надходять у прибережну смугу моря, містять значну кількість азоту нітратного. Це може бути пов'язано з тим, що нітрати є кінцевим продуктом біохімічної трансформації азоту. Їх зміст в дренажних водах всіх випусків у середньому в 2,6 рази вище гранично допустимого рівня (ГДК – 9,1 мг/дм³). Вміст нафтопродуктів в дренажних водах випуску Яхт-клубу в 31 разів перевищує

гранично допустимі значення (ГДК – 0,05 мг/дм³), пляжу санаторію ім. Чкалова – в 5 разів і в дренажних водах випуску на 11 ст. Великого Фонтану – в 3,8 рази вище ГДК.

В табл. 2.15 наведено дані щодо кількості забруднюючих речовин, які потрапляють в Одеську затоку від антропогенних джерел забруднення.

Як видно з табл. 2.15, значна кількість забруднюючих речовин у морське середовище надходить від міських очисних споруд. Але слід відзначити те, що ці джерела (крім СБО «Північна») мають глибоководні випуски, віддалені від берега на відстань понад 2 км, тому їх вплив на якість морських вод прибережної зони послаблюється значним початковим і подальшим гідродинамічним розбавленням.

Навпаки, злизові та дренажні стоки, а також стоки від індустріальних джерел, у більшості своїй, мають берегові або віддалені на незначну відстань від берега випуски. Крім того, під час інтенсивного дощу або танення снігу здійснюється аварійний скид суміші зливових і господарсько-побутових стоків з ливневипусків центральній частині міста, що призводить до значного забруднення акваторії Одеської затоки.

Таблиця 2.15 – Кількість забруднюючих речовин, які потрапляють в Одеську затоку від антропогенних джерел забруднення, т/рік [1]

Найменування забруднюючої речовини	СБО «Північна»	СБО «Південна»	ЧМТП	ОПЗ	Зливовий стік	Дренажний стік	Індустріал. джерела	Всього
Зважені речовини	700,34	601,66	37,31	47,70	11591,81	-	217,17	13195,99
БСК ₅	593,22	462,85	34,14	12,84	477,10	10,62	104,21	1694,98
НП	3,96	1,87	0,23	0,32	184,74	1,95	4,14	197,21
СПАР	3,35	2,95	0,23	0,13	4,01	0,05	0,01	10,73
NH ₄	335,93	258,48	14,25	2,62	2,78	4,55	3,17	621,78
NO ₃	373,77	255,84	50,24	222,30	11,35	452,92	349,30	1715,72
NO ₂	28,50	11,54	1,97	0,30	2,7	0,0248	0,69	45,73
PO ₄	345,56	267,83	18,67	35,04	1,93	0,64	-	669,67

3 ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ ВОД АКВАТОРІЇОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

Гідрохімічний режим Одеського регіону сформувався під впливом трансформованих водних мас, що надходять з Дніпро-Бузького і Дністровського лиманів в результаті вздовж берегового перенесення, локальних антропогенних джерел мегаполісу Велика Одеса [9]. Найбільшими серед річок, що впадають в північно-західну частину Чорного моря є Дунай, Дністер, Дніпро та Південний Буг. Стік цих річок формує понад 80 % забруднення морського середовища [10]. Кількість надходження гідрохімічних елементів та забруднюючих речовин (ЗР) у Чорне море зі стоком даних річок наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Середньорічне надходження гідрохімічних елементів та ЗР у Чорне море зі стоком головних річок (10 т³/рік) [1].

Показники	Дунай	Дніпро	Дністер	П. Буг	Сума
Загальна мінералізація	71300	8900	2900	1400	84500
Завислі речовини	42500	10000	890	645	54000
Азот нітратний	4,30	0,30	0,42	0,01	5,03
Азот нітратний	130	8,00	20,0	2,00	160
Азот амонійний	53,0	3,00	3,20	0,25	59,4
Фосфор загальний	36,0	4,00	1,00	0,40	41,4
Нафтопродукти	53,0	0,74	0,65	0,08	54,5
СПАР	7,70	0,25	0,11	0,00	1,13
Мідь	1,20	0,25	0,04	0,05	1,55
Цинк	3,30	3,60	0,05	0,19	7,14
Марганець	6,80	0,69	-	0,11	7,60
Хром	0,26	1,49	-	0,01	1,76

З трансформованими водами з Дніпро-Бузького лиману в регіон поступає значна кількість мінеральних і органічних, розчинених і зважених речовин, які забезпечили активний розвиток продуктивних процесів у всьому фотичному шарі з квітня по серпень [11]. У серпні після тривалих вітрів північно-західних румбів, що викликають апвелінг, в районі визначається

стратифікацію щільності водних мас. Поверхневий шар акваторії займали прогріті ($23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), добре аерованні (насичення води киснем складало $99,0\%$) водні маси з солоністю близько 16 ‰ . Нижче були розташовані холодні ($9,1 - 11,50\text{ }^{\circ}\text{C}$), солоні (більш 17 ‰) водні маси. Розподіл мінеральних сполук азоту ($N_{\text{мін}}$) і фосфору ($P_{\text{мін}}$) у всій водній товщі був однорідним. Слід зазначити, що рівень мінеральних і органічних сполук азоту і фосфору в серпні 2013 р. був мінімальним за декілька років .

Основною формою азоту в регіоні є $N_{\text{орг}}$, вміст якого на порядок і більше перевищує сумарну кількість $N_{\text{мін}}$, що є показником евтрофування вод. Доля $N_{\text{орг}}$ в загальному балансі азоту у фотичному шарі води в літний період 2013 р. складала 92% , що більше, ніж в 2005 – 2010 рр. (близько 81%) і в 1989 – 1999 рр. (близько 90%).

Для вод Одеської затоки характерне порушення природних співвідношень головних біогенних елементів $N : P$. Наприклад, середнє значення співвідношення $N_{\text{мін}} : P_{\text{мін}}$ влітку 2013 р. було близько $6 : 1$, що являється показником незбалансованості екосистеми по азоту, бо Одеська затока має нестачу мінеральних сполук азоту, оскільки концентрації сполук фосфору регулярно поповнюються з антропогенних джерел мегаполісу Одеса [12].

Головна роль в постачанні мінеральних і органічних речовин в донних відкладеннях належить фітопланктону. Кількість органічних речовин (ОР) у донних відкладеннях і в порових розчинах донних відкладень – показник процесів, що протікають у водній товщі. В 2013 р. було встановлено, що рівень усіх показників не перевищував рівень попередніх років [12].

За інформацією Одеської гідрогеолого-меліоративної експедиції у 2014 р. в Одеській затоці було відібрано 6 проб – щоквартально та додатково під час «аварійного» викиду. Вода переважно сульфатна, з строкатим перемінним катіонним складом при домінуванні іонів натрію і магнію. За величиною активної реакції рН ($7,40 - 8,19$) води відносяться до лужних [13].

Показник кольоровості у продовж 2014 р. знаходився в межах 2 – 47 градусів [12]. Перевищення ГДК зафіксовано в пробі III кварталу. Кількість зважених речовин знаходилася в межах 25 – 3527 мг/дм³, при середньому значенні 14403 мг/дм³. Максимальні значення було зафіксовані в III кварталі. Концентрація розчинного кисню знаходилася в межах 0,0 – 8,6 мгО₂/дм³. Показник БСК₅ складав 4,3 – 214,0 мгО₂/дм³, при середньому значенні 72,4 мгО₂/дм³. Значення ХСК варіювали в межах 16 – 180 мгО₂/дм³. Перевищення ГДК спостерігалось в II – IV кварталах по розчинному кисню і БСК₅. По ХСК перевищення становило 1,3 – 5,0 раз і було відмічено в усіх пробах води.

Показники режиму засолення. Сухий залишок варіював в межах 2,83 – 3,73 г/дм³, вода «слабо» і «сильно солонувата». Вміст хлоридів і сульфатів змінювався в межах 265 – 319 мг/дм³ і 835 – 1918 мг/дм³ відповідно. Натрію і магнію – 25 – 590 мг/дм³ і 152 – 243 мг/дм³ відповідно. Перевищення ГДК по сухому залишку, вмісту сульфатів і магнію спостерігалось в усіх пробах і становило відповідно – 0,9 – 1,5, 0,7 – 2,8 і 0,9 – 2,0 рази. Перевищення ГДК по вмісту натрію спостерігалось в чотирьох пробах в продовж I, III і IV кварталів і складало 0,7 – 2,8 раз [12].

Біогенні речовини. Вміст амонію, нітритів, нітратів і фосфатів відповідно складав 0,00 – 31,04 мг/дм³; 0,00 – 0,20 мг/дм³; 0,0 – 8,4 мг/дм³ і 0,02 – 2,69 мг/дм³. Перевищення ГДК в 0,3 – 1,5 рази зафіксоване в II – IV кварталах по вмісту амонію.

Специфічні показники забруднення (Cu, СПАР, залізо і нафтопродукти). Вміст міді у всіх пробах не виявлено. Кількість заліза варіювала в межах 0,1 – 0,71 мг/дм³. Кількість нафтопродуктів варіювала в межах 0,06 – 0,964 мг/дм³. Середній вміст СПАР складав 0,87 мг/дм³, при розкиді значень в межах 0,40 – 2,33 мг/дм³. Перевищення ГДК по вмісту нафтопродуктів і СПАР зафіксоване в продовж III і IV кварталів в 1,6 – 2,2 і 0,5 – 3,7 раз відповідно; по вмісту заліза – в II-му кварталі в 1,1 рази.

Наявність алюмінію, в кількості яка не перевищує ГДК, було зафіксовано в двох пробах (II і IV квартали) і становило 0,03 і 0,01 мг/дм³ відповідно [14].

Окрім цього на цій водоймі, з урахуванням попередніх років, проводилися дослідження на наявність сульфідів і жирів. Сульфіди досліджувалися в чотирьох пробах і їх вміст становив 0,12 – 39,1 мг/дм³. Жири були відмічені в трьох пробах і становили 6 – 127 мг/дм³. Загалом більшість компонентів практично перевищує ГДК. Особливо це стосується показників режиму кисню і режиму засолення. Збільшилася кількість випадків перевищення ГДК вмісту специфічних показників забруднення. Хоча слід зазначити, що стан показників режиму засолення, незважаючи на ГДК, є природнім і в продовж багатьох років показники суттєво практично не змінюються. Якість води, в порівнянні з 2013 р., стала дещо гірша, сильно забруднена сульфідами [12].

Біоіндикація і біотестування якості прибережних вод за показниками розвитку мікрофітобентосу була виконана на акваторіях всього Одеського узбережжя (в Одеському порту, у районах Нафтогавані, пляжу «Лузанівка», санаторію ім. Чкалова, м. Малий Фонтан, пляжів «Дельфін» та «Аркадія», м. Великий Фонтан та Дачі Ковалевського).

Схема станцій екологічного моніторингу Одеської затоки наведена на рис. 3.1. Карта побудована на основі електронної морської навігаційної карти «Підходи до портів Іллічівськ, Одеса, Южний» Держморкартографії, М 1:50000.

На карті відображені наступні тематичні шари:

«Станції екологічного моніторингу» – станції, на яких проводились дослідження з біоіндикації та біотестування якості прибережних вод за показниками розвитку мікрофітобентосу. 10 станцій прибережних та 2 станції морські.

«Джерела забруднення» – на карті вказано місцезнаходження та вид потенційних джерел забруднення морської води (промислові та комунальні). Дані про якірні стоянки, рекомендовані судноплавні шляхи, місця підводних

звалищ ґрунту, днопоглиблень наведені з навігаційної карти «Підходи до портів Іллічівськ, Одеса, Южний». Дані про танкерні перевезення, розташування портів, викиди стічних вод, пляжі тощо – з «Атласу природно-ресурсного потенціалу берегової смуги морів України».

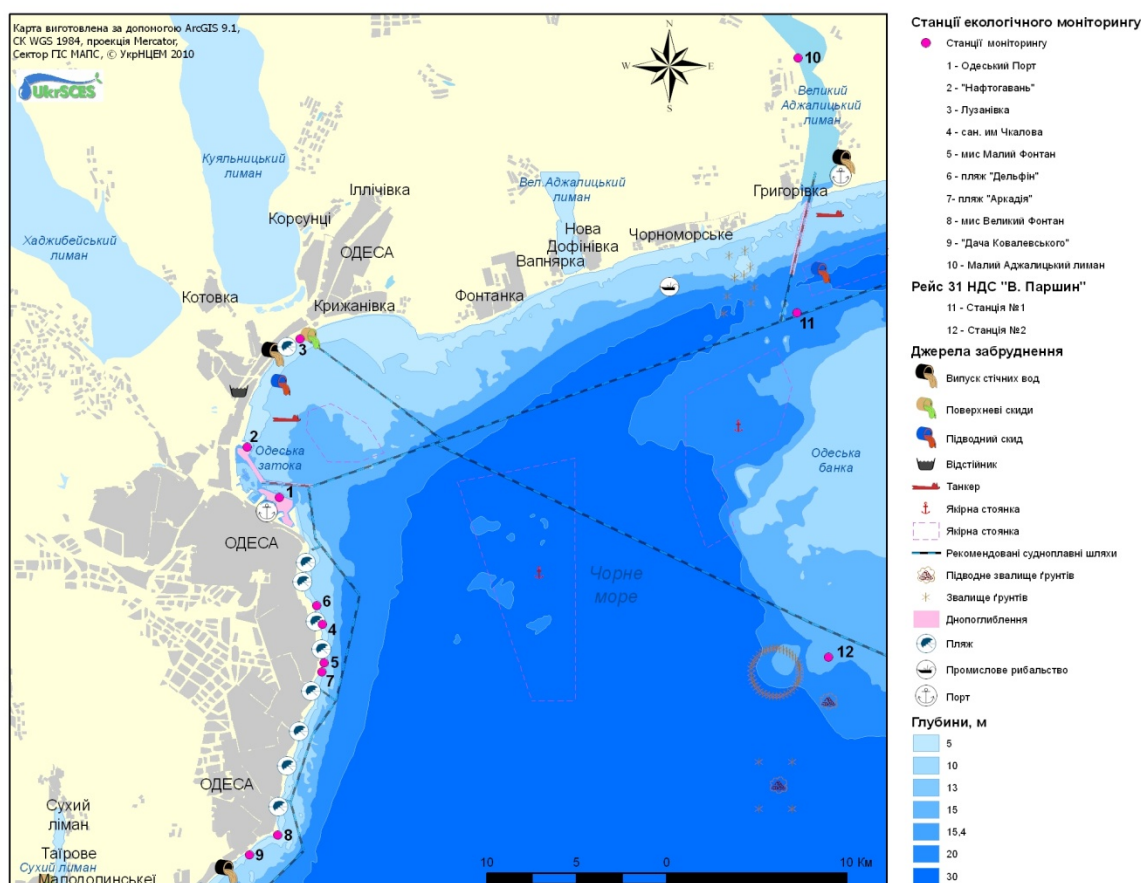


Рис. 3.1 – Схема станцій екологічного моніторингу Одеської затоки [15].

«Глибини, м» – дані про батиметрію отримані з навігаційної карти «Підходи до портів Іллічівськ, Одеса, Южний» [16].

Перелік показників екологічного моніторингу на прибережних станціях наведено в табл. 3.2.

За результатами морських екологічних досліджень якості прибережних вод Одеської затоки в межах Одеської області за гідрохімічними показниками в 2015 р. слід визнати задовільною.

Таблиця 3.2 – Кількість гідрохімічних спостережень у 2015 р. [14]

Показник	Мис Малий фонтан	Пляж «Аркадія»
Розчинений кисень (O ₂)	47	47
Р _Н	47	47
Біохімічне споживання кисню (БСК ₅)	47	47
Фосфати (PO ₄)	47	47
Фосфор загальний (Рзаг.)	47	47
Азот амонійний (NH ₄)	47	47
Нітриди (NO ₂)	47	47
Нітрати (NO ₃)	47	47
Азот загальний (Nзаг.)	47	47
Кремній (Si)	47	47
Хлорорганічні пестициди і поліхлорованібіфеніли (ХОП і ПХБ)	4	4
Нафтопродукти	4	4
Вуглець органічний (Сорг.)	4	4
Токсичні метали (Fe, Cu, Cd, As, Ni, Hg, Pb, Zn, Cr)	4	4

У цілому гідрохімічний режим формувався під впливом сезонних факторів, що визначають закономірності внутрішньорічної мінливості. Істотний вплив на мінливість концентрацій гідрохімічних параметрів робить прісноводний річковий стік у період весняних паводків, а також вітровий режим, формуючий згінно-нагінні явища [12].

Рівень забруднення прибережних вод Одеської затоки у 2015 р., як і у 2014 р. був незначним. Забруднення морських вод нафтовими вуглеводнями і металами залишилися на мінімальному рівні. Концентрації ліндану і його ізомерів, ДДТ і його метаболітів, а також поліхлорованих біфенілів і органічного вуглецю ненабагато зменшилися[12].

Результати радіологічних спостережень представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Вміст Cs у морській воді у 2015 році(глибоководний водозабір сан. ім. Чкалова) [16]

Дата	Об'єм проби, дм ³	Питома активність, ¹³⁷ Cs, Бк/м ³
26.03	890	≤ 7,4
24.05	1000	12,4±1,6
14.07	967	13,8±1,5
16.10	900	11,2±0,8

Отримані результати знаходяться на рівні спостережень останніх п'яти років без суттєвих змін концентрацій досліджуваних радіонуклідів. Спостерігається тенденція залежності величини концентрації цезію-137 від сезону року. Як правило, відзначається зменшення концентрацій у весняний період, що, пов'язано із значним розбавленням поверхневих вод цього району річковим стоком, у період весняної повені.

4 ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

4.1 Оцінка якості води за гідробіологічними показниками

Біотестування водою засноване на тому, що окремі групи гідробіонтів можуть жити при певному ступені забруднення водою органічними речовинами. Здатність гідробіонтів виживати в забрудненому органікою середовищі називається санпробністю.

Біотестування стічних вод, що йдуть на повторне використання, показало, що стічна вода в неочищеному вигляді, пригнічує проростання насіння і ріст проростків на 22 %, після очисних споруд – на 12 %, а розбавлена у співвідношенні 1:1 або 1:2 – на 9 %.

Для біотестування використовуються різні організми (водні рослини, водорості, ракоподібні, мідії моллюски і риби).

Під біотестуванням розуміється прийом дослідження, з допомогою яких про якість середовища, фактори, що діють самостійно або в поєднанні з іншими, судять про виживання, станом і поведінкою спеціально поміщених в цю середу організмів – тест-об'єктів. Зростання особин, їх продуктивність, виживаність служать показниками для біотестування якості середовища. Для цілей моніторингу природних та стічних вод підприємств виявилися зручними фітопланктон, дафнії та мідії [13].

Методи біотестування засновані на оцінці фізіологічного стану та адаптаційного стресу організмів, адаптованих до чистого середовища і на час експерименту поміщених у випробувану середу. Ці методи також дають інформацію про інтегральне екологічне якість середовища. Цілі прогнозу зазвичай пов'язані з екстраполяцією результатів дослідів на якість життя людини і на зміни показників біорізноманіття в екосистемах.

Тривалий біотестування (3 – 20 діб) дозволяє визначити хронічну токсичну дію води на чорноморських мідій щодо зниження їх виживання і плодючості.

Оцінка якості морського середовища за біологічними методами на клітинному рівні з використанням фізіолого-морфологічних показників дорослих мідій та їх личинок, систематичних, кількісних та морфологічних характеристик розвитку бентосних мікрводоростей показала, що в районі Одеського порту інтенсивно розвиваються діатомові водорості, серед яких було багато сапробіонтних видів, зокрема мезосапробів, що є притаманним для евтрофікованих районів. Це вказує на те, що даний район зазнає значного органічного забруднення.

Показником виживаності служить середнє число вихідних самок мідій, які вижили протягом біотестування, показником плодючості – середнє число молоді, виметеної протягом біотестування, в перерахунку на одну вижившу вихідну самку. Критерієм токсичності є достовірна відмінність від контролю показника виживаності та плодючості мідій.

Таким чином, біотестування води являє собою оцінку якості води по відповідних реакцій водних організмів, які є в цих випадках тест-об'єктами [14].

До переваг біотестування можна віднести також можливість його використання за допомогою портативних приладів при польових дослідженнях, а також простоту збору та аналізу проб. Так, за допомогою цих методів за функціональним станом (поведінки) тест-об'єктів (ракоподібні – дафнії, водорості – хлорела, риби – гупії та ін.) можна оцінювати якість вод і здійснювати ранжування їх за класами станів. Таким чином з'являється можливість використання цих вод для питних або інших цілей.

На решті прибережних акваторій Одеської затоки чисельність біомаси мікрофітобентосу формують синьо-зелені водорості. Серед діатомових водоростей тут розвивалися мезогалобні види, зокрема представники родів *Navicula* та *Nitzschia*. Серед них було багато дрібноклітинних

(*Cylindrothecaclosterium*, *Navicularamosissima*). Значну кількість тут також становили сапробіонтні види, головним чином мезосапроби (види родів *Achnanthes*, *Cocconeis*, *Diatoma*, *Nitzschia*). Менше було мезосапробних видів. Це представники родів *Melosira*, *Naviculacryptocephala*, *Tabularia fasciculata*. Що свідчить про те, що дані райони також є досить евтрофікованими [14].

Біоіндикацію якості морського середовища у прибережних районах мису Малий Фонтан, Одеського порту, Григоріївського лиману проводили і за показниками стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи чорноморських мідій, інтенсивності дихання та фільтрації цих молюсків.

За дослідженими морфологічними характеристиками клітин гемолімфи дорослих чорноморських мідій та основними фізіологічними показниками процесів обміну цих гідробіонтів було встановлено, що найбільш сприятливими для їхнього мешкання були умови у прибережній смузі моря у районі мису Малий Фонтан. У Григоріївському лимані та в Одеському порту екологічні умови середовища для цих молюсків були дещо гіршими.

Слід відзначити, що в літку у прибережній зоні склалася особлива екологічна ситуація, що характеризувалася високими температурними показниками водного середовища (26 – 27 °C) та достатньо низькими значеннями солоності (10,51 – 12,42 ‰). Показники стабільності лізосомальних мембран клітин гемолімфи мідій під час цього знизилися у 1,3 – 1,5 рази, споживання кисню під час дихання молюсків – у 1,8 – 2,4 рази, інтенсивності фільтрації води – до 5 разів. Тобто особлива гідрологічна ситуація позначилася на фізіолого-морфологічних показниках мідій, що виразилося у пригнічуючому впливі на обмінні процеси цих молюсків всіх досліджуваних прибережних районів на фоні вже існуючого антропогенного пресу [13].

Біотестування якості вод узбережжя Одеської затоки з використанням личинок чорноморських мідій, як дуже чутливих до змін якості морського середовища тест-об'єктів, показало, що екологічні характеристики умов для їхнього розвитку погіршуються у наступних районах: мис Малий Фонтан,

Григоріївський лиман, Одеський порт, пляж «Аркадія», район санаторію ім. Чкалова, пляж «Дельфін». У водному середовищі району мису Малий Фонтан сумарна кількість аномально розвинутих та мертвих личинок мідій збільшилась більш ніж на 10,0 %, що віддзеркалює погіршення екологічних умов внаслідок збільшення антропогенного навантаження на морське середовище цієї частини Одеської затоки [13].

Оцінка якості морського середовища акваторій з різним антропогенним навантаженням за показниками систематичних, кількісних та фізіолого-морфологічних характеристик розвитку морських гідробіонтів різних систематичних рівнів показала, що екологічний стан у досліджуваних відкритих районах ПЗЧМ значно кращий, ніж у прибережних. Біотестування було проведено з використанням клітинного тест-об'єкта – личинок чорноморських мідій. Реалізація методу здійснюється із застосуванням автоматичної аналітичної системи, що забезпечує порівняльну оцінку показника рухливості личинок мідій у дослідних пробах води і в контрольних середовищах, визначення процедур розрахунків і видачу результатів у вигляді відповідних індексів токсичності. Оцінка показника здійснюється шляхом автоматичного підрахунку числа флуктуації інтенсивності розсіяного випромінювання, викликаного проходженням клітин через оптичний зонд тривалий біотестування (3 доби), дозволило визначити хронічну токсичну дію води на личинки чорноморських мідій щодо зниження їх виживання. Показником виживання служить середнє число вихідних личинок мідій, які вижили протягом біотестування, та показником виживання - середнє число, протягом біотестування, в перерахунку на одну виживші личинки. Критерієм токсичності є достовірна відмінність від контролю показника виживання личинок чорноморських мідій.

4.2 Якість води за хімічними показниками

Для оцінки якості вод за хімічним показником нами було використано методику оцінки за індексом забруднення води (ІЗВ). Недоліками цієї методики є обмеженість набору показників. Для більш ґрунтовної оцінки якості морських вод використовується модифікований ІЗВ [17].

Індекс забруднення води розраховується за шістьма показниками: NH_4^+ , NO_2^- , нафтопродукти, феноли, розчинений кисень та БСК₅, за формулою:

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ГДК}_i}, \quad (4.1)$$

де: C_i – середня концентрація одного з шести показників якості води; ГДК_i – гранично допустима концентрація кожного з шести показників.

У формулі (4.1) для розчиненого кисню значення ГДК ділиться на середнє значення його концентрації [17].

Модифікований ІЗВ розраховується теж за шістьма показниками: БСК₅ і розчинений кисень є обов'язковими, а інші чотири показники беруть із найбільшими відношеннями до ГДК зі списку: SO_4^{2-} , Cl^- , ХСК, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Fe загальне, Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , As^{3+} , НП, СПАР.

Оцінка якості вод виконується за такими класами:

- I – дуже чиста ($\text{ІЗВ} \leq 0,3$);
- II – чиста ($0,3 < \text{ІЗВ} \leq 1$);
- III – помірно забруднена ($1 < \text{ІЗВ} \leq 2,5$);
- IV – забруднена ($2,5 < \text{ІЗВ} \leq 4$);
- V – брудна ($4 < \text{ІЗВ} \leq 6$);
- VI – дуже брудна ($6 < \text{ІЗВ} \leq 10$);
- VII – надзвичайно брудна ($\text{ІЗВ} > 10$).

Аналіз вод був проведений за даними спостережень за 2006 – 2015 рр. Аналіз розподілу показників якості морських вод показав, що основними джерелами забруднення є о/с «Південна» та «Північна» [17].

У табл. 4.3 наведено результати оцінки якості морських вод на основі розрахунку ІЗВ.

Як видно з табл. 4.3, максимальні значення ІЗВ відзначаються в зоні впливу очисних споруд «Південна» та «Північна». У цілому за відзначені роки значення ІЗВ відрізняються незначною мірою.

Якість морських вод у зоні впливу о/с «Південна» характеризується категоріями «помірно забруднена» - «забруднена» в різні роки, а в 2007 р. – категорією «надзвичайно забруднена». Якість вод у зоні впливу о/с «Північна» характеризується категоріями «забруднена» - «брудна» (у 2007 – 2010 рр.) та категорією «чиста» (у 2006 та 2011 рр.) [17].

Виняток становить ОТЕЦ, для якої за розрахунком модифікованого ІЗВ відзначалася категорія якості «помірно забруднена».

Аналіз показує, що мінімальний рівень забруднення відзначався у 2006 р., але за період дослідження відрізнявся не суттєво. Найбільш забрудненою є акваторія Одеського порту.

4.3 Аналіз динаміки зміни якості вод акваторії Одеської затоки

Кінець минулого століття досить негативно позначився на стані та якості морських вод Чорного моря, і в першу чергу, його північно-західній частині (ПЗЧМ), яка зазнала значної евтрансформації від впливу антропогенного навантаження та зміни природних кліматичних чинників. Перевищення обсягів надходження різних забруднюючих речовин (ЗР), у тому числі біогенних речовин (БР), над асиміляційної ємністю морської екосистеми призвело до забруднення внутрішніх морських вод і донних відкладень, розвитку широкомасштабних явищ евтрофікації та гіпоксії, появи сірководневих зон і, в цілому, до деградації біоценозів.

Таблиця 4.3 – Результати оцінки якості морських вод прибережної зони ПЗЧМ у 2006 – 2011 рр. [17]

Пункти спостережень	2006 р.		2007 р.	
	ІЗВ	ІЗВ мод.	ІЗВ	ІЗВ мод.
1	2	3	4	5
О/с «Південна»	2,68 (IV, забруднена)	2,82 (IV, забруднена)	11,15 (VII, надзвичайно забруднена)	11,42 (VII, надзвичайно забруднена)
1	2	3	4	5
О/с «Північна»	0,32 (II, чиста)	0,42 (II, чиста)	3,01 (IV, забруднена)	3,24 (IV, забруднена)
Скид з ОТЕЦ	0,36 (II, чиста)	0,50 (II, чиста)	0,84 (II, чиста)	0,97 (II, чиста)
Порт Південний і СРЗ	0,38 (II, чиста)	0,49 (II, чиста)	0,72 (II, чиста)	0,94 (II, чиста)
Одеський порт і СРЗ	0,34 (II, чиста)	0,46 (II, чиста)	0,67 (II, чиста)	0,78 (II, чиста)
М. Великий фонтан	0,32 (II, чиста)	0,42 (II, чиста)	0,42 (II, чиста)	0,52 (II, чиста)
Пункти спостережень	2008 р.		2009 р.	
	ІЗВ	ІЗВ мод.	ІЗВ	ІЗВ мод.
О/с «Південна»	3,15 (IV, забруднена)	3,35 (IV, забруднена)	2,99 (IV, забруднена)	3,22 (IV, забруднена)
О/с «Північна»	2,87 (IV, забруднена)	3,04 (IV, забруднена)	4,97 (V, брудна)	5,17 (V, брудна)
Скид з ОТЕЦ	0,91 (II, чиста)	1,11 (III, помірно забруднена)	0,45 (II, чиста)	0,60 (II, чиста)
Порт Південний і о/с припортового заводу	0,43 (II, чиста)	0,80 (II, чиста)	0,52 (II, чиста)	0,87 (II, чиста)
Одеський порт і СРЗ	7,62 (VI, дуже брудна)	7,92 (VI, дуже брудна)	10,27 (VII, надзвичайно брудна)	10,55 (VII, надзвичайно брудна)
М. Великий фонтан	0,33 (II, чиста)	0,63 (II, чиста)	0,32 (II, чиста)	0,42 (II, чиста)
О/с «Південна»	1,8 (III, помірно забруднена)	1,97 (III, помірно забруднена)	2,78 (IV, забруднена)	2,88 (IV, забруднена)
О/с «Північна»	4,18 (V, брудна)	4,43 (V, брудна)	0,32 (II, чиста)	0,42 (II, чиста)
Скид з ОТЕЦ	0,64 (II, чиста)	0,74 (II, чиста)	0,67 (II, чиста)	0,77 (II, чиста)
Порт Південний і о/с припортового заводу	0,69 (II, чиста)	0,83 (II, чиста)	0,64 (II, чиста)	0,78 (II, чиста)
Одеський порт і СРЗ	0,61 (II, чиста)	0,71 (II, чиста)	0,61 (II, чиста)	0,71 (II, чиста)
М. Великий фонтан	0,32 (II, чиста)	0,42 (II, чиста)	0,33 (II, чиста)	0,43 (II, чиста)

Протягом першого десятиліття нового століття, в ПЗЧМ за даними аналізу даних відзначені ознаки з деяким покращенням якості морської води, що очевидно пов'язане із додатковими заходами, які були вжиті на різних рівнях [15]. На сьогоднішній день, можна зробити припущення, що в сучасних умовах інтенсифікації морських господарств державної діяльності рівень антропогенного навантаження буде збільшуватися.

Зміни в якості вод акваторії ПЗЧМ, як правило, відзначаються на тлі кліматичних змін, які значною мірою впливають на формування режиму стоку річок, динамічного стану вод, в цілому та на морську екосистему. Сучасний температурний режим за даними ГМС «Одеса-порт» характеризується фазою підвищення середньої річної температури повітря і води, з лінійним трендом 0,076 і 0,097 °C/рік відповідно. Ця тенденція відзначається як холодний, так і в теплий період року.

У серпні 2010 р. у водах ПЗЧМ спостерігалися аномально високі значення температури води (30 – 31 °C), а середня місячна температура (26,5 °C) була максимальною за останній 30-ти річний період.

В період 2008 – 2015 рр. вміст розчиненого у воді кисню – індикатора процесів продукції/деструкції органічної речовини і ступеня евтрофированности вод – в поверхневому шарі ПЗЧМ змінювалося в межах від 4,9 до 16,2 мг/дм³ (64,7 – 137 % насичення). У придонних шарах відмічені локальні області з гіпоксійними явищами (в районі демпінга ґрунту п. Іллічівськ в листопаді 2012 р.) [18].

Зміни гідрофізичних властивостей і гідрохімічного складу морської води викликали зміни у структурі та розвитку морських біоценозів, в першу чергу, фітопланктонних. Останні дуже швидко реагують на будь-які зміни навколишнього середовища і є хорошим екологічним індикатором стану водного середовища.

Про зниження рівня евтрофированности вод ПЗЧМ свідчить також зменшення біомаси фітопланктону в останні два десятиліття.

В окремі роки, із-за значних коливань антропогенних і природних факторів (прісного і біогенного стоку річок, температурного режиму вод), кількісні показники фітопланктону наближалися до рівня 90-х рр. Так, в Одеській затоці в липні 2010 р. відзначена спалах «цвітіння» синьо-зеленої водорості (*Nodulariaspumigena*), біомаса якої становила 200 – 400 г/м³, а в окремих випадках доходила до 10 кг/м³ [16].

У той же час для водоростей *Skeletonemacostatum* (індикаторний вид) в Одеській затоці відмічено зменшення інтенсивності «кольориний». Якщо в 90-і рр. максимальна чисельність даного виду становила 50,6 млн. кл./дм³, то у 2000-х роках вона різко зменшилася.

Води Одеської затоки, зазнають впливу річкового стоку, і характеризуються найбільшим високим рівнем трофності.

Динаміка зміни величини індексу E-TRIX Одеської затоки підтверджує тенденцію зменшення рівня евтрофікації вод шельфу зазначену раніше за окремим гідрохімічними та гідробіологічними показниками. В табл. 4.4. наведено розрахункові індекси евтрофікації E-TRIX для вод Одеського району ПЗЧМ

Таблиця 4.4 – Розрахункові індекси евтрофікації E-TRIX для вод Одеського району ПЗЧМ [1]

Сезон спостереження	Прибрежні станції	Морські станції
Весна	5,80	5,81
Літо	6,16	5,94
Осінь	6,18	6,13

Багаторічна експлуатація морського середовища в якості резервуара для захоронення відходів призвели до хронічного хімічного забруднення та за період спостережень середній багаторічний рівень найбільш поширених ЗВ в донних опадах склав 8,9 мг/кг і 8,2 мкг/кг сухої ваги для НВ і 3,4-БП відповідно. В Одеському регіоні в окремих випадках концентрації нафтових і

хлорованих вуглеводнів перевищують рівень стандартів, пропорованих для Чорного моря. В окремих районах Одеської мегаполісу концентрації у водному середовищі ліндана, ртуті, заліза, цинку, міді перевищували ГДК у 1,5 – 2 рази, концентрації цинку доходили до «критичного» рівня 45 мкг/дм³, на порядок перевищували ГДК (3,0 мкг/дм³). Концентрації НВ в донних осадах, включаючи акваторію Одеського порту, знаходиться межах 240 – 19380 мг/кг сухої ваги, що відповідає рівню забруднення, при якому відзначається деградація донних біоценозів [20, 21].

Відносно високий вміст ароматичних і поліароматичних вуглеводнів в донних осадах, що спостерігається, практично, на всіх станціях в імпактних районах ПЗЧМ, вказує на хронічний характер нафтового забруднення. При цьому ставлення пристафитан, близьке до одиниці, свідчить про антропогенне походження вуглеводнів.

Наведені дані дозволяють зробити висновки, що в останнє десятиліття відзначена тенденція зменшення рівня трофності вод Одеської затоки як за рівнем змісту БВ і кількісними показниками фітопланктонна, так і за величинами інтегрального показника трофності E-TRIX. За останні п'ять років високим рівнем евтрофності вод характеризувався лише 2010 р., який і гідромеорологічним та гідрологічними показниками відзначений як аномальний [20, 21].

Однак у результаті зберігання високого рівня антропогенного навантаження та значних між річних і кліматичних коливань природних факторів (стоку річок, опадів, вітрового і температурного режимів) можуть виникати несприятливі умови для функціонування екосистеми ПЗЧМ.

Зберігається відносно високий рівень хімічного забруднення морського середовища з цілого ряду показників (нафтові вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні, ліндан, поліхлорованібіфеніли, окремі токсичні метали). Збільшення антропогенного забруднення пов'язано з розвитком видобутку вуглеводневих ресурсів шельфу та глибинній частині

моря. Тому локальні проблеми токсичного забруднення можуть отримати регіональний масштаб. Насамперед, це стосується нафтового забруднення.

ВИСНОВКИ

Одеська затока займає північно-західну частину Чорного моря, обмежену береговою рисою від селища Санжейка на південному заході до селища Южне на північному сході.

Особливістю Одеської затоки є значна короткоперіодна і сезонна мінливість гідрологічного режиму, яка пов'язана з особливостями географічного розташування, кліматичними умовами, впливом річкового стоку Дніпра, Південного Бугу та систематичним розвитком вітрового прибережного апвелінгу.

За кліматичними показниками Одеська затока відноситься до степової зони з помірно-континентальним кліматом. Характер клімату Одеської затоки визначається впливом на неї Сибірського і Азорського антициклонів.

Динаміка вод акваторії має свої характерні особливості в різні гідрологічні сезони. Якість морських вод в акваторії Одеської затоки визначається, надходженням до неї забруднюючих речовин з річковим стоком Дніпра, Південного Бугу і Дністра, та скиданням забруднених стоків від берегових джерел в прибережну зону. В результаті цих чинників в морське середовище надходить значна кількість біогенних речовин, що сприяють розвитку процесу евтрофікації, і, як наслідок, зміни гідрохімічного режиму вод акваторії і погіршення її рекреаційних властивостей.

До основних берегових антропогенних джерел забруднення морського середовища Одеського регіону можуть бути віднесені: господарсько-побутові та промислові стічні води, що надходять з міських очисних споруд; зливові та дренажні стоки; індустріальні стоки підприємств, які здійснюють безпосередньо скидання в акваторію Чорного моря.

Якість стічних вод, що надходять на очисні споруди і відводяться після очищення в море, визначається характером основного виробництва і методами очищення стоків на очисних спорудах.

Гідрохімічний режим Одеського регіону сформувався під впливом трансформованих водних мас, що надходять з Дніпро-Бузького і Дністровського лиманів в результаті вздовж берегового перенесення, локальних антропогенних джерел мегаполісу Велика Одеса.

У цілому гідрохімічний режим Одеської затоки формується під впливом сезонних факторів, що визначають закономірності внутрішньорічної мінливості. Істотний вплив на мінливість концентрацій гідрохімічних параметрів робить прісноводний річковий стік у період весняних паводків, а також вітровий режим, що формує згінно-нагінні явища.

Біотестування якості вод узбережжя Одеської затоки з використанням личинок чорноморських мідій, як дуже чутливих до змін якості морського середовища тест-об'єктів, показало, що екологічні характеристики умов для їхнього розвитку погіршуються у наступних районах: мис Малий Фонтан, Григоріївський лиман, Одеський порт, пляж «Аркадія», район санаторію ім. Чкалова, пляж «Дельфін». У водному середовищі району мису Малий Фонтан сумарна кількість аномально розвинутих та мертвих личинок мідій збільшилась більш ніж на 10 %, що віддзеркалює погіршення екологічних умов внаслідок збільшення антропогенного навантаження на морське середовище цієї частини Одеської затоки.

Оцінка якості морського середовища акваторій з різним антропогенним навантаженням за показниками систематичних, кількісних та фізіолого-морфологічних характеристик розвитку морських гідробіонтів різних систематичних рівнів показала, що екологічний стан у досліджуваних відкритих районах ПЗЧМ значно кращий, ніж у прибережних.

Для оцінки якості вод за хімічним показником нами було використано методику оцінки за індексом забруднення води (ІЗВ).

Максимальні значення ІЗВ відзначаються в зоні впливу очисних споруд «Південна» та «Північна». У цілому значення ІЗВ відрізняються незначною мірою.

Якість морських вод у зоні впливу очисних споруд «Південна» характеризується категоріями «помірно забруднена» - «забруднена» в різні роки, а в 2007 р. – категорією «надзвичайно забруднена». Якість вод у зоні впливу очисних споруд «Північна» характеризується категоріями «забруднена» - «брудна» (у 2007 – 2010 рр.) та категорією «чиста» (у 2006 та 2011 рр.).

В останнє десятиліття відзначена тенденція зменшення рівня трофності вод Одеської затоки як за рівнем змісту БВ і кількісними показниками фітопланктонна, так і за величинами інтегрального показника трофності E-TRIX. За останні п'ять років високим рівнем евтрофності вод характеризувався лише 2010 р., який і гідромеорологічним та гідрологічними показниками відзначений як аномальний.

Аналізуючи данні по якості морської води Одеської затоки, можливо зробити висновок, що в досліджуваній акваторії зберігається високий рівень антропогенного навантаження та значних міжрічних і кліматичних коливань природних факторів (стоку річок, опадів, вітрового і температурного режимів), які впливають на стан води в цілому в ПЗЧМ.

Зберігається відносно високий рівень хімічного забруднення морського середовища з цілого ряду показників (нафтові вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні, ліндан, поліхлоровані біфеніли, окремі токсичні метали). Збільшення антропогенного забруднення пов'язано з розвитком видобутку вуглеводневих ресурсів шельфу та глибинній частині моря. Тому локальні проблеми токсичного забруднення можуть отримати регіональний масштаб. Насамперед, це стосується нафтового забруднення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тучковенко Ю.С., Иванов В.А., Сапко О.Ю. Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Черного моря./ Севастополь, НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. 169 с.
2. Сапко О.Ю., Тучковенко Ю.С. Тенденции в изменей антропогенной нагрузки на прибережне воды Одесского района северо-западной части Черного моря// Вісник Одеського екологічного університету. 2010. Вип.9. С. 173 – 177.
3. Альтман Э.Н., Прасолов Р.С., Урюжников Е.П, Ященко А.В. Временная изменчивость температуры воды прибрежной части Черного моря // Труды ГОИН. 1986. Вып.168. С. 16 - 19.
4. Тучковенко Ю.С., Доценко С.А., Дятлов С.Е. Влияние гидрологических условий на изменчивость гидрохимических и гидробиологических характеристик вод Одесского региона северо-западной части Черного моря // Морський екологічний журнал. 2004. № 4. С. 75 - 85.
5. Казаков А.Л. Об использовании различной информации по ветру в прикладных исследованиях / Казаков А.Л. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2005. № 49. С. 190 – 203.
6. Кліматичні стандартні норми (1961–1990 рр.). Укр. НІГМІ ЦГО. – Київ, 2002. – 145 с.
7. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / [Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. и др.]; под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. – Киев: Наукова думка. 2006 – 701 с.
8. Левковська В.Ю. Гігієнічна оцінка морського середовища в районі Одеської затоки // Таврический медико-биологический вестник. 2013. Т. 16. № 4 (64). С. 99 – 102.

9. Альтман Э.Н., Гертман И.Ф., Голубева З.А. Многолетние тенденции солености и температуры вод Черного моря в связи с изменением стока рек (по данным натурных наблюдений) // Труды ГОИН. 1988. Вып.189. С. 39 - 53.
10. Мезенцева И.В. Комплексная характеристика качества морской воды и донных обложений порта Одесса в 1996 – 2006 гг. URL: <https://www.academia.edu/7168561> (дата звернення 03. 12. 2016).
11. Доценко С.А., Рясинцева Н.И., Савин П.Т., Саркисова С.А. Специфические черты гидрологического и гидрохимического режимов и урiвень загрязнения прибрежной зоны моря в районе г. Одессы // Исследование шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. Севастополь, 1995. С. 31 - 43.
- 12.
11. Полонский А.Б. Изменчивость гидрологических характеристик северо-западной части Черного моря, вызванная крупномасштабными процессами // Метеорология и гидрология. 1997. №3. С. 59 – 70.
12. Корчак Г.И., Харина Л.А. Санитарно-микробиологическая характеристика морских вод и основных источников загрязнения рекреационной зоны г. Одессы // Труды международной научно-практической конференции «Экологические проблемы Одесского региона и их решение» / Одес. центр научн.-технич. и эконом. информации. Одесса, 1995. С. 148 – 152.
13. Доценко С.А. Мiнливiсть основних гiдрологiчних характеристик Одеського рeгiону пiвнiчно-захiдної частини чорного моря. Електрон. версiяURL: <http://vuzlib.com.ua/articles/book/4912>. (дата звернення 29.11. 2016).
14. Тучковенко Ю.С., Доценко С.А., Дятлов С.Е. Влияние гидрологических условий на изменчивость гидрохимических и гидробиологических характеристик вод Одесского региона северо-западной части Черного моря // Морський екологічний журнал. 2004. № 4. С. 75 - 85.

15. Чудиновских Т.В., Долотов В. В., Рябинин А.И. Пространственная и временная изменчивость содержания нефтяных углеводородов в водах северо-западного шельфа, прибрежных и устьевых зонах Черного моря // Системы контроля окружающей среды. — Средства и информационные технологии. — НПЦ "ЭКОСИ-Гидрофизика" Севастополь, Украина, 2006. С. 327 – 334.
16. Стан навколишнього природного середовища в Одеській області (2010 рік): Альманах / Головний ред. Лоева І.Д. - Одеса: ТОВ "ІНВАІЦ", 2010. 152 с.
17. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. URL: <https://refdb.ru/look/1146304-pall.html> (дата звернення 27.11. 2016).
18. Юрасов С.М. Методи оцінки якості природних вод: Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2011. – 92 с.
19. Батиметрична карта Чорного та Азовського морів: [Електронний ресурс]: Режим доступу: http://www.charts.gov.ua/oabs_img/oabs_331.pdf (Дата звернення - 05.12.2016 р.).
20. Внукова Н.В. Якість морських вод прибережної зони північно-західної частини Чорного моря // Вісник ХНАДУ, 2015, вип. 70, С. 55 – 60.
21. Лоева И.Д., Украинский В.В., Орлова И.Г, Ковалишина С.П. Современное экологическое состояние северо-западной части Черного моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2013. №27. С. 237 – 242.