

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської
підготовки
Кафедра екологічного права і контролю

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: „Антропогенні джерела забруднення Одеського узбережжя”

Виконала студентка 2 курсу групи
МЕК-65
спеціальності 101 «Екологія»
спеціалізація «Екологічний контроль та
аудит»
Стефанова Ольга Михайлівна

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

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

ОДЕСА – 2018

АНОТАЦІЯ

Аналіз антропогенних джерел забруднення Одеського узбережжя.

Стефанова Ольга Михайлівна.

Одеське узбережжя є головним джерелом курортного відпочинку для всієї України та має міжнародне торговельне значення. Якість води водного об'єкту в значній степені залежить від наявності антропогенних джерел забруднення. Тому актуальним є питання щодо визначення антропогенних джерел забруднення Одеського узбережжя.

Метою дослідження є аналіз екологічного стану вод Одеського узбережжя в межах України та визначення основних джерел його забруднення. Основним завданням роботи є визначення антропогенних джерел забруднення Одеського узбережжя та оцінка якості його вод.

Об'єктом дослідження є води Одеського узбережжя. Предмет дослідження – антропогенні джерела забруднення Одеського узбережжя.

Методом дослідження є систематизація наявної інформації про стан Одеського узбережжя і антропогенних джерел забруднення. Результатом роботи є визначення відносного вкладу антропогенних джерел в забруднення Одеського узбережжя.

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

Робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та списку літератури з 25 джерел. Загальний обсяг роботи складає 64 сторінки, у тому числі 16 таблиць та 3 рисунки.

Ключові слова: Одеське узбережжя, Чорне море, екологічний стан, використання води, антропогенні джерела забруднення.

SUMMARY

The anthropogenic sources of pollution of the Odessa coast.

Stefanova Olga.

The Odessa coast is the main source of holiday resort for all of Ukraine and has an international trade significance. The water quality of the water body depends to a large extent on the presence of anthropogenic pollution sources. Therefore, the question of determining the anthropogenic sources of pollution of the Odessa coast is relevant.

The aim of the study is to analyze the ecological status of the waters of the Odessa coast within Ukraine and identify the main sources of its pollution.

The object of research is the water of the Odessa coast. The subject of the study is anthropogenic sources of pollution of the Odessa coast.

The research method is the systematization of available information about the state of the Odessa coast and anthropogenic pollution sources. The result of the work is to determine the relative contribution of anthropogenic sources to the pollution of the Odessa coast.

The results obtained can be used by local authorities when making managerial decisions regarding the protection of the Odessa coast, as well as in the educational process of the ODECU.

The work consists of an introduction, 3 chapters, conclusions and a list of literature from 25 sources. The total volume of work is 63 pages, including 16 tables and 3 drawings.

Key words: Odessa coast, Black sea, ecological status, use of water, opogenic sources of pollution.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП	8
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ	12
1.1 Гідрологічні та гідрометеорологічні режими Одеської затоки.....	12
1.2 Кліматичні характеристики, які сформувалися в Одеській затоці	14
1.3 Основні екологічні проблеми Одеської затоки.....	19
2 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ	28
2.1 Станії біологічного очищення стічних вод міста Одеси.....	31
2.2 Очисні споруди Одеського Припортового заводу.....	40
2.3 Зливовий стік	43
2.4 Дренажний стік.....	49
3 ВІДНОСНИЙ ВКЛАД БЕРЕГОВИХ АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ В ЗАБРУДНЕННЯ МОРСКОГО СЕРЕДОВИЩА ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ	55
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	62

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

СБО – Станція біологічної очистки;

ПЗЧМ – Північно-Західна частина Чорного моря;

ГМС – гідрометеослужба;

БСК – біологічне споживання кисню;

ХСК – хімічне споживання кисню.

ВСТУП

Моря, поверхневі й підземні води є складними природними системами. Водночас це найважливіші складові довілля України, об'єкти інтенсивного господарського використання, від яких залежить економіка багатьох галузей (промисловості, транспорту, сільськогосподарського виробництва, комунального господарства, енергетики, рекреації).

XXI століття – це час, коли людина не пристосовується до умов навколишнього середовища, а навпаки адаптує природу до своїх потреб і звичок. Сьогодні через грубі порушення людиною всіх правил природокористування негативний антропогенний вплив здійснюється на екосистеми, руйнуються зв'язки біотичного і абіотичного оточення, зникають численні види представників флори і фауни. В Україні екологічна проблема видається ще загрозливішою, оскільки досить незначні зусилля докладаються для її вирішення. Проблема забруднення водойм не становить виняток з цього правила, особливо для Чорного моря, яке визнане одним з найбрудніших у світі [2].

Внутрішні води і моря України зазнали істотного впливу антропогенної і техногенної діяльності, що позначається на їх водному режимі та властивостях.

Сучасний екологічний стан Чорного моря формується під впливом значного обсягу забруднень, що надходять до його вод. Обсяг забруднення антропогенного походження становить близько 30 % від загального забруднення морського середовища. Воно формується в наслідок впливу на морські води стаціонарних та дифузних джерел забруднення, впливу скидів стічних вод від промислових підприємств, стоку із сільськогосподарських угідь, скидів муніципальних очисних споруд, господарської діяльності в портах та внаслідок забруднення прибережних зон судноплавством[1].

До основних джерел забруднення даної екосистеми відносяться:

- викиди промислових і господарських відходів безпосередньо у море або з річковим стоком;
- надходження з суші різних речовин, що застосовуються в сільському і лісовому господарствах;
- навмисне поховання забруднюючих речовин у морі;
- втрата різних речовин у процесі суднових операцій;
- аварійні викиди з суден або підводних трубопроводів;
- розробка корисних копалин на морському дні;
- рекреаційна діяльність;
- перенесення забруднюючих речовин крізь атмосферу.

Найбільш вразливою для антропогенного навантаження є прибережна частина Чорного моря, яка в основному знаходиться в зоні діяльності портів, горлових річкових зон, а також зон впливу населених пунктів та є рекреаційною і рибогосподарською зонами [3].

В даний час проблема забруднення Одеського узбережжя є найбільш актуальною, тому що є головним джерелом курортного відпочинку для всієї України та має міжнародне торговельне значення. Але навіть розуміючи всю важливість Одеського узбережжя, людина все одно продовжує жорстко експлуатувати водні об'єкти, безповоротно змінюючи їх природний режим скидами і відходами [1].

Джерела забруднення Одеської затоки можна класифікувати: за походженням – штучні (антропогенні) та природні (природні). Природні забруднення виникають в результаті потужних природних процесів (виверження вулканів – пил, газ; лісові пожежі – пил, дим, газ; пилові бурі – пил) без будь-якого впливу людини. Антропогенні забруднення є результатом діяльності людини і за масштабами забруднення поділяються на локальні, регіональні і глобальні.

Антропогенні джерела забруднення поділяються на групи: промислові, комунальні, сільськогосподарські, транспортні та інші [2].

Якість морських вод в акваторії Одеського району північно-західній частині Чорного моря визначається, з одного боку, надходженням забруднюючих речовин з річковим стоком Дніпра, Південного Бугу та Дністра, а, з іншого боку, скиданням забруднених стоків від берегових джерел в прибережну зону. В результаті вищевказаних 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. Крім того, в досліджуваному районі систематично виникають гіпоксійно-аноксійні явища в придонному шарі в весняне річний період року, що призводять до різкого погіршення умов проживання та загибелі вищих гідробіонтів[1].

Найбільш вразливою для антропогенного навантаження є прибережна частина Чорного моря, яка в основному знаходиться в зоні діяльності портів, горлових річкових зон, а також зон впливу населених пунктів та є рекреаційною і рибогосподарською зонами.

До основних береговим антропогенних джерел забруднення морського середовища Одеського узбережжя віднесені:

- СБО «Північна» і СБО «Південна»;
- ОПЗ;
- зливові стоки;
- дренажний стік;

Метою дослідження є аналіз екологічного стану вод Одеського узбережжя в межах України та визначення основних джерел його забруднення. Основним завданням роботи є визначення антропогенних джерел забруднення Одеського узбережжя та оцінка якості його вод.

Об'єктом дослідження є води Одеського узбережжя. Предмет дослідження – антропогенні джерела забруднення Одеського узбережжя.

Методом дослідження є систематизація наявної інформації про стан Одеського узбережжя і антропогенних джерел забруднення. Результатом

роботи є визначення відносного вкладу антропогенних джерел в забруднення Одеського узбережжя.

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

Робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та списку літератури з 16 джерел. Загальний обсяг роботи складає 64 сторінки, у тому числі 16 таблиць та 3 рисунки.

Ключові слова: Одеське узбережжя, Чорне море, екологічний стан, використання води, антропогенні джерела забруднення.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Одеське узбережжя 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 впадіння Дунаю. Досить чітко виражений коловорот 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 впадіння Дунаю відзначаються два невеликих циклонічних коловорти зі швидкістю 3 – 6 см/с. Улітку у відкритих районах північно-західної частини відзначається перебудова зимового поля течій, хоча утворення локальних коловортів 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 [1].

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 річками вод Чорного моря. Глибина й характер його розподілу залежать від завихреного поля вітрових та градієнтних течій Чорного моря [1].

Щорічно води ПЗЧМ приймають стік чотирьох рік – Дніпра, Південного Бугу, Дністра та Дунаю, що становить у середньому 260 км^3 , або 80 % усього річкового стоку в Чорне море. Загальна водозбірна площа чотирьох рік досягає $1,45 \text{ млн. км}^2$.

Річковий стік впливає не тільки на фізичний стан і хімічний склад морських вод, але і на видову різноманітність морських організмів, що тут живуть [3].

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 $10,1 \text{ }^\circ\text{C}$, а для грудня – лютого і червня – серпня періодів, відповідно, $-0,8 \text{ }^\circ\text{C}$ і $21,1 \text{ }^\circ\text{C}$ [3].

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 [1].

Таблиця 1.1 – Середньомісячна температура поверхневих прибережних вод за даними ГМС Одеса-порт, °С, 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 значень в серпні. У літню пору вода у берега холодніша, це пов'язане з вітровим апвелінгом при змінних вітрах [7]. 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 максимальні в період – в липні – серпні (15,74 ‰).

Характер клімату Одеського узбережжя визначається впливом на нього 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 [8].

Таблиця 1.2 – Середньомісячна 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

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, потім вони 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 [1].

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 %) [3].

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 [8].

У Одеській затоці відзначається пошарова циркуляція вод, яка найчастіше характеризується різноспрямованими переміщеннями в 10-ти 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 [8].

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 [8].

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

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 покрову, вплив вітру виключається і основну роль у формуванні циркуляції вод відіграє постійний чорноморський потік [8].

1.3 Основні екологічні проблеми Одеської затоки

Основними екологічними проблемами, що виникли в Чорноморському басейні, в тому числі в районі м. Одеса, наприкінці XX – XXI століття, є евтрофікація шельфових вод, забруднення морського середовища токсичними речовинами.

Незадовільний екологічний стан морської води зумовлений значним перевищенням обсягу надходження забруднюючих речовин над асимілюючою спроможністю морських екосистем, внаслідок чого відбувається значне забруднення морських вод, бурхливий розвиток евтрофікаційних процесів, широкомасштабних явищ гіпоксії, появи сірководневих зон, замулення місць існування донних біоценозів, втрата

біологічних видів, скорочення обсягу рибних ресурсів, зниження якості рекреаційних ресурсів, виникнення загрози здоров'ю населення [4].

Основними береговими антропогенними джерелами забруднення вод Одеського району ПЗЧМ є станції біологічної очистки м.Одеси (СБО «Північна» і «Південна»), Одеський припортовий завод, неочищені злизові і дренажні стоки і стічні води промислових підприємств. Внаслідок недостатньої пропускної здатності колекторів в районі Пересипу щодня в акваторію скидається по злизовідводам до 20 тис м³ стічних вод міста [5].

В районі Чорноморки (Люстдорф) прибережна смуга забруднюється господарчо-фекальними стічними водами протитуберкульозного санаторія ім. Іванова. Скидання стічних вод від цього об'єкту відбувається на відстані 150 м від урізу води після попередньої механічної очистки та знезараження.

Пляжна смуга Чорноморки в останні роки зазнала суттєвого розмивання, що пов'язано з незадовільним технічним станом берегоукріпних споруд. Незадовільний технічний стан КНС-8 в районі Аркадії та КНС-10а (Лузанівка) до останнього часу неодноразово був причиною значного забруднення морського середовища та прилеглої прибережної смуги. Крім того, несприятливий вплив на стан морського середовища чинить неорганізований теригенний стік в районах селищ Фонтанка та Крижанівка, які знаходяться у безпосередній близькості до пляжу дитячого оздоровчого центру «Молода гвардія»[10].

В табл. 1.4 наведено характеристика забруднення морської води Одеської затоки.

Таблиця 1.4 – Показники забруднення морської води в районі різних ділянок узбережжя Одеської затоки [11]

Показник	Чорноморка	«Зелена гірка»	16 станція Великого Фонтану	13 станція Великого Фонтану	Лузанівка	Дитячий оздоровчий центр «Молода гвардія»
Прозорість, см	29,4	29,2	28,0	30,0	30,3	30,3
Аміак, мг/дм ³	0,18	0,26	0,28	0,16	0,12	0,11
Нітрити, мг/ дм ³	0,004	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001
Окислюваність, мг О ₂ / дм ³	2,37	2,23	2,24	2,21	2,18	2,16
БСК ₅ мг О ₂ / дм ³	1,99	2,71	2,70	1,89	1,91	1,90
ЗМО, КУО/мл	490	1200	1600	470	550	470
E.coli	1100	1500	1500	1500	950	915

Як видно з табл. 1.4, прозорість морської води менше 30 см відзначалася лише в районі дачі Ковалевського пляжу «Зелена гірка», Чорноморки та 16-ї станції Великого Фонтану. Найбільш стабільною і високою була прозорість морської води в районі 13-ї станції Великого Фонтану, пляжів Лузановка та дитячого оздоровчого центру «Молода гвардія». Це може пояснюватися їх віддаленістю від місць скидання стічних вод та гідрологічними особливостями Одеської затоки, зокрема напрямком течій [10].

Одномоментні визначення амонійних сполук в районах рекреаційного водокористування (табл. 1.4) виявили, що вміст їх у морській воді має суттєві коливання – від 0,01 мг/дм³ до 0,86 мг/дм³. Слід відзначити, що найбільші значення були одержані на ділянках узбережжя які є близько розташованими до місць скидання стічних вод, зокрема пляжі дачі Ковалевського, Чорноморки та 16-ї станції Великого Фонтану [10].

За показником окислюваності суттєві відмінності між різними ділянками узбережжя Одеської затоки були відсутні, проте спостерігається тенденція до зменшення значень цього показника в північних районах затоки (пляжі Лузановка та дитячого оздоровчого центру «Молода гвардія») [8].

Відзначено, що в Одеській затоці спостерігається збільшення вмісту нітратів і фосфатів, бактеріального забруднення води (БСК₅), а також зниження вмісту розчиненого окису в водному положенні. Така зміна стану водної середовища зв'язується з антропогенним впливом на якість вод господарської діяльності порту. Так, в районі пляжу 13-ї станції Великого Фонтану БСК₅ коливався у межах 0,3 – 3,97 мг О₂/дм³, в районі пляжів дачі Ковалевського та Чорноморки в межах 1,11 – 2,83 мг О₂/дм³, а на пляжі ДОЦ «Молода гвардія» від 0,3 до 2,2 мг О₂/дм³. Значною амплітудою коливань значень характеризувалися також показники ЗМО та ЛПКП, при чому рівні мікробного обсіменіння були найбільш високими в акваторії пляжів близько розташованих до місць скидання міських каналізаційних стоків (пляжі 16-ї станції Великого Фонтану, дачі Ковалевського та Чорноморки). При цьому

навіть на відстані 3 – 3,5 км від місця скидання стічних вод спостерігалось суттєве погіршення еколого-гігієнічної ситуації та рекреаційної якості прибережної смуги моря [9].

За результатами екологічного моніторингу, гідрохімічний режим Одеського району характеризується надлишковим вмістом біогенних речовин (вуглецю, азоту та фосфору), набагато перевищуючим їх середній вміст у водах Чорного моря.

Домінуючим видом забруднюючих речовин Одеського району є нафтопродукти, максимальні концентрації яких зафіксовані в зонах впливу основного чорноморського потоку вздовж узбережжя та Одеського порту. Води району також забруднені цинком і ртуттю, максимальні концентрації яких також зафіксовані в зонах безпосереднього впливу основних джерел забруднення досліджуваного району. Рівень засмічення донних відкладень є слідством хронічного забруднення вод, занедбаного водообміну, а також наявності великої кількості речовин органічного та мінералогічного походження [10].

Якість морських вод у зоні впливу СБО «Південна» характеризується категоріями «помірно забруднена» - «забруднена» в різні роки, а в 2007 р. – категорією «надзвичайно брудна». Якість вод у зоні впливу СБО «Північна» характеризується категоріями «забруднена» - «брудна» (у 2007 – 2010 рр.) [10].

Як зазначалося вище, однією з найбільш суттєвих проблем району, що досліджується, є надмірне надходження біогенних речовин. Така ситуація призвела до бурхливого розвитку евтрофікаційних процесів, значного забруднення (в тому числі мікробіологічного) морських вод, втрати біологічних видів, скорочення обсягу рибних ресурсів, зниження якості рекреаційних ресурсів, виникнення загрози здоров'ю населення. Найбільш суттєвим джерелом надходження біогенних речовин в Одеській затоці є міські очисні споруди «Південна» та «Північна» [11].

В наслідок процесу евтрофікації (цвітіння) фітопланктон, отримуючи зі стічних вод надлишок поживних речовин (азоту, фосфору), бурхливо розмножується, вода «зацвітає». Після того, як донні мікроорганізми відмирають, починається процес гниття, під час чого вони використовують підвищену кількість кисню. Така ситуація призводить до гіпоксії придонних тварин: крабів, мідій, устриць, молоді осетрових [12].

Цвітіння морської води в Одесі вчені пов'язують з тривалими і інтенсивними погодними аномаліями, які порушують закономірності природних циклів трансформації речовини та енергії в морських екосистемах. Поява великої кількості водоростей в прибережній зоні, їх масштабні викиди на берега північно-західного Причорномор'я вчені вважають наслідком взаємодії ряду природних факторів, що відбулися в останні роки [6].

Аномальні погодні умови, що склалися в останні роки (температура морської води в липні – серпні в кілька разів перевищувала історичний максимум, найбільший за останні 50 років обсяг стоку річки Дунай, підвищений на 13 % стік Дніпра, підвищена в 1,7 рази норма опадів), привели до розпріснення морської води, підвищення вмісту в ній органіки і небувалого за інтенсивністю «цвітінню» мікроскопічних синьо-зелених водоростей по всій акваторії північного заходу Чорного моря.

Таке надзвичайно інтенсивне «цвітіння» і подальше розкладання відмерлого фітопланктону забезпечило зв'язування і виведення з екосистеми великих кількостей органічної речовини. В результаті підвищення прозорості водних мас, переходу пов'язаної органіки в донні шари сформувалася дуже висока біомаса макроводоростей, і з 2011 р. їх масштабні викиди фіксуються на всьому узбережжі [12].

Ще однією проблемою Одеської затоки є так звані вселенці. Чорне море, у силу низької солоності води, різких сезонних коливань температури й інших природних причин, відрізняється невисоким, у порівнянні з іншими (відкритими) морями, біорізноманіттям. Із цієї причини екзоти, виявившись у

Чорному морі, не завжди зустрічають «своїх» видів-антагоністів та одержують можливість необмеженого розмноження на новому місці. Цим пояснюється «спалах» чисельності багатьох екзотів спочатку їх перебування в Чорному морі.

У Чорне море екзоти проникають переважно водним шляхом. Організми «подорожують» або в складі обростань підводної частини корпусу судна, або у баластових ємностях судна, у які вони потрапляють разом із забортною водою. За оцінками вчених, кожен день до нас потрапляє близько 150 «чужаків». Звичайно, 90 % з них відразу гинуть, не витримуючи нижчих температури і солоності води. Багатьох з'їдають хижаки. І все ж за 10 років у нас влаштувалося більше 250 видів вселенців [13].

В наслідок винищення донних біоценозів все навантаження по очищенню і фільтрації води лягло на скельну мідію. Але в 2005 р. вона була практично повністю знищена рапаном, хижим молюском, що потрапив сюди з баластними водами суден. Завдяки відсутності природних ворогів рапана значно зменшила кількість устриць, гребінців, мідій, морського живця [14].

Ще один вселенець – гребневик мнеміопсис, який харчується молоддю мідій і планктоном. До кінця 1980-х рр. загальна біомаса мнеміопсиса в Чорному морі, за оцінкою акад. М.Е. Виноградова, наблизилася до рекордного рівня – 1 млрд. т. Для порівняння, навіть біомаса «великовагової» медузи аурелії, у пору її найвищої чисельності в Чорному морі в 1980 – 1981 рр. не перевищувала 225 млн. т. [14].

При настільки високій чисельності й великих розмірах мнеміопсис став серйозним харчовим конкурентом планктоноїдних риб, а як споживач їхньої ікри й личинок – прямим ворогом [14].

Більш за всіх постраждалою виявилася хамса, головна промислова риба Чорного моря. Це її корм, її ікру й личинок поїдає мнеміопсис. У результаті відбулося катастрофічне падіння уловів хамси.

Проблема мнеміопсиса в Чорному морі знайшла міжнародного значення, і в березні 1995 р. у м. Женеві (Швейцарія) було скликане

засідання робочої групи GESAMP (Об'єднана група експертів по наукових аспектах охорони моря).

Це був перший випадок, коли екологічна проблема Чорного моря розглядалася на рівні експертів ООН [14].

Найбільш поширеними і небезпечними забруднювачами морського середовища є нафтопродукти, особливо в межах акваторій портів. Найбільш інтенсивно забруднені акваторії морських портів Одеси, Чорноморська, Южного, що також впливає на вміст нафтопродуктів в воді та донних відкладах Одеської затоки. Одеський район ПЗЧМ відноситься до одного з найбільш забруднених районів Чорного моря [3].

У 2005 – 2011 рр. рівень забруднення морської води нафтопродуктами був значно нижчий ніж у 1988 – 1999 рр. В 2006 – 2008 рр. середньорічний вміст нафтопродуктів в Одеській затоці коливався від 0,01 до 0,005 мг/дм³ (0,2 – 1,0 ГДК). Такі зміни пов'язані зі зменшенням скидів забруднюючих речовин в море [15].

Середній показник швидкості розкладання свіжих нафтопродуктів в акваторії Одеської затоки складає $K = 0,11 - 0,05$ добу, що в кілька разів нижче, ніж у відносно чистих районах північно-західної частини Чорного моря. З огляду на невисоку швидкість самоочищення, зафіксовану в експериментах з нафтопродуктами, виділеними з Одеської затоки, додаткового навантаження за рахунок надходження зливових вод може призвести до негативних для екосистеми наслідків [7].

Основними джерелами надходження нафтопродуктів в море є розливи нафти з суден, проведення робіт з днопоглиблення гаваней портів та фарватерів, демпінг забруднених нафтопродуктами ґрунтів. Суттєвим джерелом надходження нафтопродуктів в Одеській затоці є неочищені зливі води.

Нафта і нафтопродукти небезпечні для всіх чорноморських мешканців. Зостера (морська трава), яка раніше бурхливо розвивалася в найдрібніших частинах моря, відступила на глибину 3 м. Те ж саме відбулося і з

цистозирою (вид багаторічних бурих водоростей). Мідія, у великій кількості поширена раніше в серединній частині затоки, тепер мешкає тільки на відкритих глибоких ділянках, де води менш забруднені [16].

Нафта в низьких концентраціях стимулює розвиток одноклітинних водоростей. У більшості випадків в діапазоні концентрацій 5 – 50 мг/г швидкість фотосинтезу і чисельність клітин одноклітинних водоростей за 1 – 7 доби зменшується на 50 % в порівнянні з попереднім станом [10].

Істотний вплив роблять нафтопродукти на зоопланктон Чорного моря. Встановлено, що при концентрації нафти 2 мг/дм³ личинки десятиногих морських раків гинуть приблизно протягом 4 діб. Креветка Леандер при концентрації 0,5 мг/дм³ гине через 1 – 3 доби. Молюск серцевідка при концентрації 10 мг/дм³ гине через 2 доби, а при концентрації 5 мг/дм³ – через 13 діб [16].

Відомо, що одна крапля нафти може утворити плівку на поверхні площею 0,25 м²; 75 і 100 л нафти, вилитої в воду, створюють плівку площею 1 км². Нафта має сильну токсичну дію. Риби, що живуть у воді, яка містить більше 0,6 мг/дм³ нафтопродуктів, набувають запах нафти протягом 1 доби. Гранично допустимою концентрацією для риб вважається вміст нафти у воді в пропорції 1: 10000. Під впливом вуглеводнів, що містяться в нафті, уражаються деякі органи. Настають зміни в нервовій системі, печінки, крові, змінюється кількість вітамінів В і С [16].

Негативний вплив нафти та нафтопродуктів здійснюється механічним шляхом при порушенні газообміну між водою і повітрям, безпосередньому контакті з організмами хімічним шляхом.

Деякі вуглеводні, розчинні у воді, дуже отруйні. Найбільш небезпечні нафтові кислоти, смертельна доза яких становить всього кілька десятків міліграмів на 1 л води [16].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

Забруднення морського середовища – це привнесення людиною прямо або побічно речовин або енергії в морське середовище, яке призводить або може призвести до нанесення шкоди життю в морі, створення небезпеки для здоров'я людини і зниження якості морської води [1].

Деградація морського середовища в результаті цих процесів може бути пов'язана з цілим рядом джерел. Якщо на частку наземних джерел припадає 70 % забруднення морського середовища, то на частку морського транспорту і скидання відходів у море – по 10 %.

Джерела забруднення морського середовища можна класифікувати за походженням: штучні (антропогенні) та природні (природні). Природні забруднення виникають в результаті потужних природних процесів (виверження вулканів – пил, газ; лісові пожежі – пил, дим, газ; пилові бурі – пил) без будь-якого впливу людини. Антропогенні забруднення є результатом діяльності людини і за масштабами забруднення поділяються на локальні, регіональні і глобальні.

Антропогенні джерела забруднення поділяються на групи: промислові, комунальні, сільськогосподарські, транспортні та інші [2].

Якість морських вод в акваторії Одеського району північно-західній частині Чорного моря визначається, з одного боку, надходженням забруднюючих речовин з річковим стоком Дніпра, Південного Бугу та Дністра, а, з іншого боку, скиданням забруднених стоків від берегових джерел в прибережну зону. В результаті вищевказаних 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. Крім того, в досліджуваному районі систематично виникають гіпоксійно-аноксійні явища

в придонному шарі в весняний період року, що призводять до різкого погіршення умов проживання та загибелі вищих гідробіонтів.

Обсяг забруднення антропогенного походження, який становить близько 30% від загального забруднення морського середовища. Воно формується в результаті впливу на морські води стаціонарних та дифузних джерел забруднення, впливу викидань стічних вод із промислових підприємств, стоку із сільськогосподарських угідь, викидань з муніципальних очисних споруд, господарської діяльності в портах і внаслідок забруднення прибережних зон судноплавством [3].

Найбільш вразливою для антропогенного навантаження є прибережна частина Чорного моря, яка в основному знаходиться в зоні діяльності портів, горлових річкових зон, а також зон впливу населених пунктів та є рекреаційною і рибогосподарською зонами.

До основних берегових антропогенних джерел забруднення морського середовища Одеського регіону віднесені (рис. 2.1):

- Станції біологічної очистки (СБО) «Північна» і «Південна»;
- Одеський припортовий завод (ОПЗ);
- зливові стоки;
- дренажний стік;
- берегові індустріальні джерела.

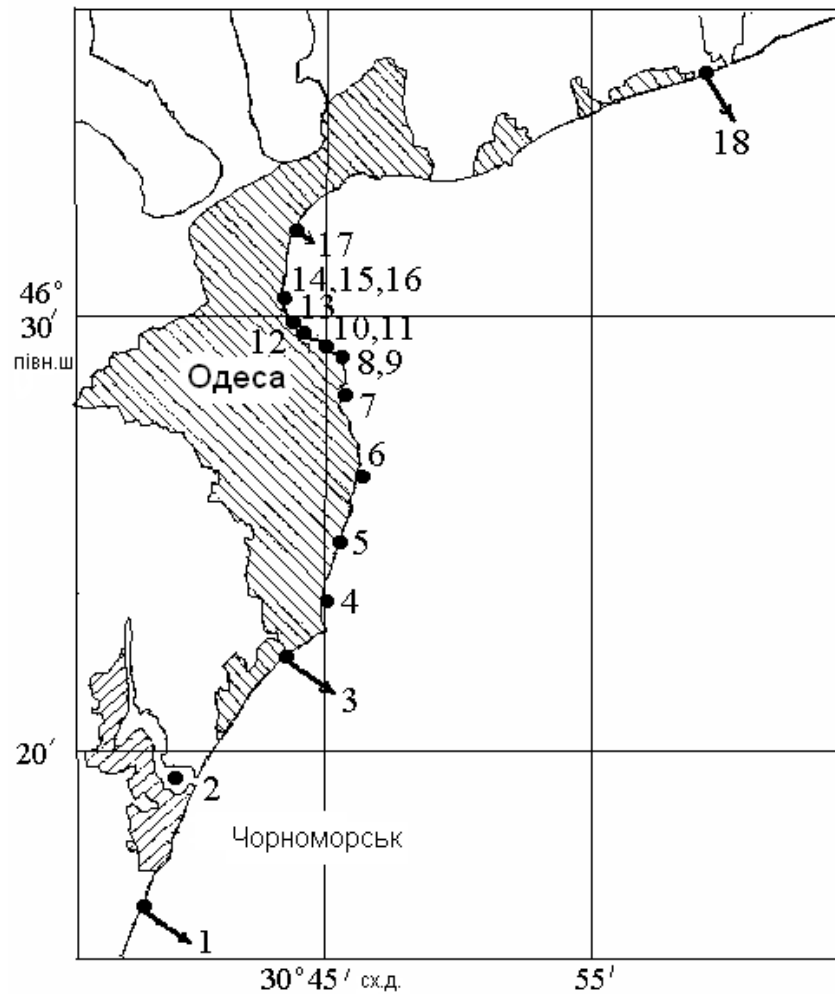


Рис. 2.1 – Основні берегові антропогенні джерела забруднення морського середовища Одеського району [3]:

1 – очисні споруди Чорноморського морського торгового 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).

2.1 Станії біологічного очищення стічних вод міста Одеси

В останні роки, у зв'язку з підвищенням ролі м.Одеси, як найбільшого морського курорту України, наслідками змін клімату, питання впливу берегових антропогенних джерел на якість морських вод Одеського узбережжя ПЗЧМ набуло особливої актуальності.

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

На СБО «Південна» надходять стоки південної частини міста Одеси. Цей район, в основному, є селітебним. 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. [6].

СБО «Північна» приймає 65 % виробничих і комунально-побутових стоків міста, в основному з центральної частини міста, а також районів Пересипу, Молдаванки, Слобідки, ж/м Котовського, 7-го км, Овідопольської дороги і частково Малиновського району [6].

Стічні води піддаються механічній та біологічній очистки, а потім скидаються в море або Хаджибейський лиман. Скидання в море проводиться на видаленні 300 м від берега на глибині 3,6 м у відносно мілководну зону Одеської затоки. Негативний вплив скидання з СБО «Північна» в море обговорювалося в засобах масової інформації у зв'язку з будівництвом глибоководного випуску, який так і не був введений в експлуатацію.

Згідно з висновками Державної екологічної інспекції з охорони довкілля Північно-західного регіону Чорного моря, викладеним в 2010 р, в довідці по «Проекту будівництва глибоководного випуску стічних та каналізаційних вод від СБО «Північна», значний обсяг скинутих в море стічних вод з очисних споруд СБО «Північна» з низькою солоністю

призводить до накопичення забруднюючих речовин в прибережних водах, значно погіршує мікробіологічні показники їх якості, є основною причиною закриття органами санепідслужби для водокористування пляжів цієї зони.

За даними екологічного моніторингу морських вод, який в той час виконувався інспекцією, встановлено, що концентрації забруднюючих речовин у морській воді в зоні впливу цього скидання перевищують фонові показники для Одеської затоки. Особливо це відноситься до мінеральних речовин азотної групи і фосфатів. Згідно з інформацією санітарно-епідеміологічної служби, оприлюдненій у 2011 р., після припинення скидів СБО «Північна» в Одеській затоці влітку кількість нестандартних за бактеріологічними показниками проб зменшилася більш ніж на 50 % (у 2005 р. їх було 13 %, в 2010 р. – 6 %).

Через широкий суспільний резонанс в 2011 – 2014 рр. скидання вод з СБО «Північна» відбувалося тільки в Хаджибейський лиман. Результати аналізу якості морських вод біля узбережжя м. Одеси свідчать, що в 2011 – 2013 рр. екологічний стан морської акваторії в районі розташування СБО «Північна» значно покращився. Зокрема, якщо в 2009 – 2010 рр. морська вода в районі випуску СБО оцінювалася за якістю як «брудна» III класу, то в 2011 р. – вже «чиста» II класу [6].

Оскільки безперервний скид протягом 2011 – 2014 рр. вод СБО «Північна» в Хаджибейський лиман привів до підвищення рівня води в ньому до небезпечних відміток, то в 2015 р. був відновлений скид в море. Накопичення в пляжній зоні міста в літній період року великої кількості гниючих водорослей-макрофітов, систематично виникають в літній період року замори риби в Хаджибейському лимані, невирішеність питання про доцільність введення в експлуатацію віддаленого морського випуску скидних вод СБО «Північна», проблема ефективності очищення стічних вод на СБО «Північна» і ступеня її впливу на екологічні процеси в прилеглий до точки скидання морській акваторії. Проблема в Хаджибейському лимані набула

особливої актуальності, оскільки породжує серйозні екологічні ризики для розвитку оздоровчого туризму в Одеській агломерації.

Проектна потужність СБО «Північна» становить 146 млн. м³/рік, а СБО «Південна» – 73 млн. м³/рік [6].

На рис. 2.2 наведено фактичні дані щодо обсягів стічних вод, що підлягають очищенню на міських очисних спорудах.

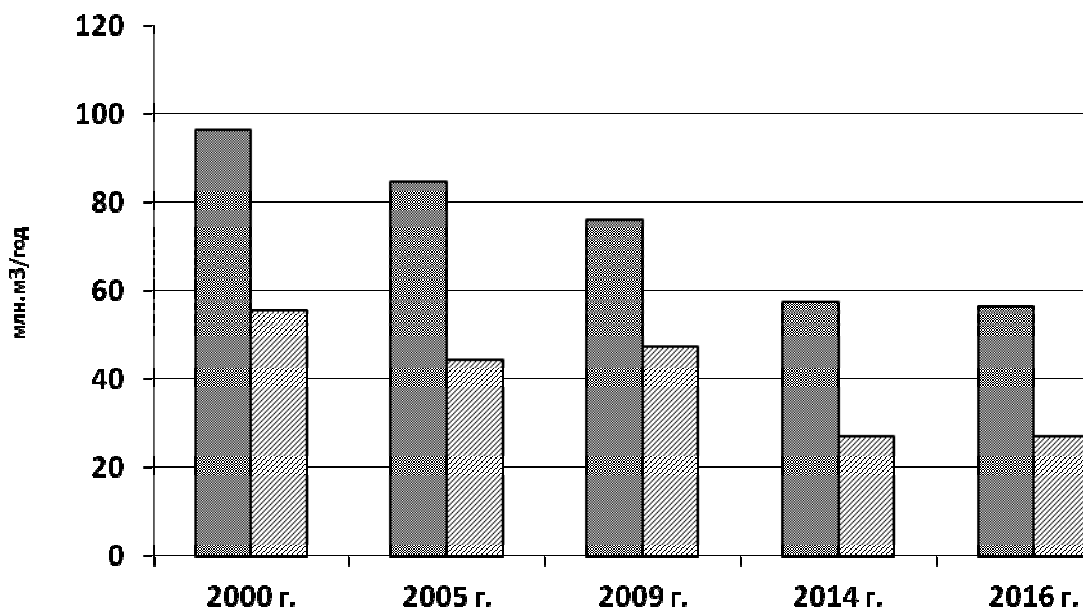


Рис. 2.2 – Річні обсяги стічних вод, що надходять на очисні споруди, млн. м³/рік.

З рис. 2.2 видно, що з початку XXI століття має місце добре виражена тенденція до зменшення обсягів стічних вод м. Одеса, що надходять на очисні споруди СБО «Північна» і СБО «Південна» і, відповідно, на виході з них.

Якщо для станції СБО «Північна» в 2000 р. цей обсяг становив 96,593 млн. м³/рік, то в 2015 р. – 40,571 млн. м³/рік. Також і для СБО «Південна» у 2000 р. обсяг склав 55,612 млн. м³/рік, а в 2015 – 23,57 млн. м³/рік.

Значне зменшення (майже в 2 рази) в останні роки обсягів скидання вод з СБО обумовлено підвищенням вартості води для споживачів, суворим

контролем витрат свіжої води питної якості на підприємствах і в житлових будинках (установка лічильників на вході), реалізацією заходів щодо раціонального використання водних ресурсів на підприємствах.

Схема роботи міських очисних споруд наступна. Стічні води по напірному трубопроводу надходять в приймальну камеру, послідовно проходять песколовку, первинний радіальний відстійник і направляються на біологічну очистку, яка здійснюється в контактено-стабілізаційних аеротенках. На СБО «Північна» і чотирьох коридорних аеротенках на СБО «Південна».

Після повної біологічної очистки стічна вода переходить у вторинний радіальний відстійник, з якого вона відводиться в водний об'єкт за допомогою скидних трубопроводів.

Песколовки призначені для часткового усереднення витрати стічних вод, затримання мінеральних домішок розміром 0,20 – 0,25 мм.

У первинних радіальних відстійниках здійснюється попереднє освітлення стічних вод, виділення зважених крупнодисперсних частинок.

Процес повної біологічної очистки на СБО «Північна» протікає в контактено-стабілізаційних аеротенках в дві стадії:

- перша стадія – в камері контакту сорбція забруднюючих речовин із стічних вод активним мулом;
- друга стадія – в камері стабілізації окислення витягнутих забруднювачів мікроорганізмами-бiодеструкторами на поверхні активного мулу.

Тривалість стадії контакту становить 0,8 – 1 год., стадії стабілізації 4 – 5 год. [6].

По відношенню до звичайного аеротенка, контактено-стабілізаційний має низку переваг і недоліків. Перевага полягає в меншому обсязі споруди, оскільки стічна вода після взаємодії з активним мулом скидається у вторинний відстійник і не бере участі в процесі бiодеструкції забруднюючих речовин в камері стабілізації. Недолік полягає у відсутності повного

вилучення забруднюючих речовин активним мулом в період контакту через короткочасність взаємодії, що знижує ефективність процесу очищення.

Процес повної біологічної очистки на СБО «Південна» проводиться в чотирьохкоридорному аеротенку-витискувачі. Стічна вода підводиться в азротенк 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 (недопущення змішування) потоків очищених і брудних стічних вод.

Недоліком споруд є недостатньо висока ступінь рециркуляції активного мулу, що позначається на ефективності процесу очищення.

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

Осади, надлишковий активний мул, що утворюється в результаті здійснення процесів очищення, вивозяться на мулові майданчики [8].

Показники якості стічних вод на виході з очисних споруд СБО «Південна» та СБО «Північна» в період 2000 – 2016 рр. представлені в табл. 2.1 та 2.2.

Як видно з наведених даних для СБО «Північна» відзначається зниження концентрацій БПК, ХПК і нафтопродуктів. Концентрації азотовмісних з'єднань, а саме: азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний збільшуються. Вміст фосфатів у стічних водах, що скидаються в море після очищення, також збільшуються.

Для зворотних вод СБО «Південна» простежується тенденція до збільшення перманганатная окислюваність, концентрації азотовмісних сполук і фосфатів. Відзначається незначне зниження БПК, ХПК і концентрацій нафтопродуктів.

Таблиця 2.1 – Показники якості стічних вод на виході з очисних споруд СБО «Північна» в період 2000 – 2016 рр.

Найменування показника	Концентрація				
	2000 р.	2005 р.	2009 р.	2014 р.	2016 р.
Зважені речовини, мг/дм ³	4,00	10,42	11,00	11,7	11,3
БСК _{повн.} , мг/дм ³	5,24	11,80	13,90	13,87	13,87
ХСК, мг/дм ³	60,80	79,00	79,00	72,3	68,0
Перманганатна окислюваність, мг/дм ³	5,34	8,50	9,20	8,70	10,20
Азот амонійний, мг/дм ³	1,50	5,87	6,50	6,60	6,71
Азот нітритний, мг/дм ³	0,12	0,37	0,84	2,78	2,65
Азот нітратний, мг/дм ³	6,08	3,71	3,80	28,69	31,50
Фосфати, мг/дм ³	3,80	4,63	3,00	3,98	4,00
Хлориди, мг/дм ³	120,8	129,6	129,6	165,5	183,6
Загальне мікробне число, КОЕ/см ³	$0,9 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^4$	$3,7 \cdot 10^4$	$149 \cdot 10^4$	$140 \cdot 10^4$
Колі-індекс, КОЕ/дм ³	$0,68 \cdot 10^8$	$4,3 \cdot 10^7$	$4,3 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^8 - 1 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^8 - 1 \cdot 10^{10}$

Як видно з наведеної таблиці, на СБО «Північна» та СБО «Південна» концентрація всіх показників зростає з 2000 по 2016 рр.. А саме: зважені речовини, БСК_{повн.}, ХСК, перманганатна окислюваність, азот амонійний, азот нітритний, азот нітратний, фосфати, хлориди, загальне мікробне число та колі-індекс.

З табл. 2.2, ми бачимо, що на СБО «Південна» всі показники якості стічних вод на виході з 2000 по 2005 рр. різко збільшилися, а з 2005 по 2016 рр. залишились на одному рівні. Азот нітратний та азот нітритний підвищились з 2009 р. в 4 – 5 разів. Це говорить про те, що вода потрапляє з

сільськогосподарських угіддь та з скидними водами з зрошуваних полей, на яких використовуються азотні добрива.

Таблиця 2.2 – Показники якості стічних вод на виході з очисних споруд СБО «Південна» в період 2000 – 2016 рр.

Найменування показника	Концентрація				
	2000 р.	2005 р.	2009 р.	2014 р.	2016 р.
Зважені речовини, мг/дм ³	8,92	11,87	13,0	9,8	11,2
БСК _{повн} , мг/дм ³	10,75	14,56	12,24	12,01	14,3
ХСК, мг/дм ³	59,3	53,8	56,0	44,1	64,8
Перманганатна окислюваність, мг/дм ³	8,86	8,90	10,8	12,5	14,5
Азот амонійний, мг/дм ³	7,41	4,66	6,80	8,70	8,40
Азот нітритний, мг/дм ³	0,14	0,24	0,26	1,52	1,57
Азот нітратний, мг/дм ³	3,78	4,72	5,45	23,15	33,4
Фосфати, мг/дм ³	2,13	5,04	9,30	8,49	7,60
Хлориди, мг/дм ³	96,20	-	108	94,2	102,4
Загальне мікробне число, КОЕ/см ³	$2,10 \cdot 10^4$	$455 \cdot 10^2$	$112 \cdot 10^2$	≤ 100	$100 \cdot 10^2$
Колі-індекс, КОЕ/дм ³	$8,67 \cdot 10^7$	$303 \cdot 10^4$	$303 \cdot 10^4$	$112 \cdot 10^2$	$250 \cdot 10^4$

Така ж сама ситуація спостерігається і на СБО «Північна» (табл. 2.2). Концентрація азоту нітратного та азоту нітритного підвищились з 2009 р. майже в 4 – 5 разів. Також ми бачимо, що порівняно з 2000 р. у 2016 р. всі показники якості стічних вод на виході підвищились.

Наведене в [7] А.Ю. Гончаровим порівняння характеристик очищених стічних вод на виході з СБО «Північна» та водоочисних каналізаційних споруд різних країн, які використовують сучасні технології очистки свідчать (рис. 2.2), що якість очистки стічних вод на СБО «Північна» не відповідає

сучасним вимогам, а технології очищення, що використовуються, та обладнання потребують термінової модернізації. Зокрема, концентрації амонійного азоту в скидних водах СБО «Північна» в 170 разів перевищують стандартні концентрації при застосуванні сучасних технологій очищення, фосфатів – у 19 разів, нітратного азоту – в 5 разів, ХСК – в 3 – 4 рази.

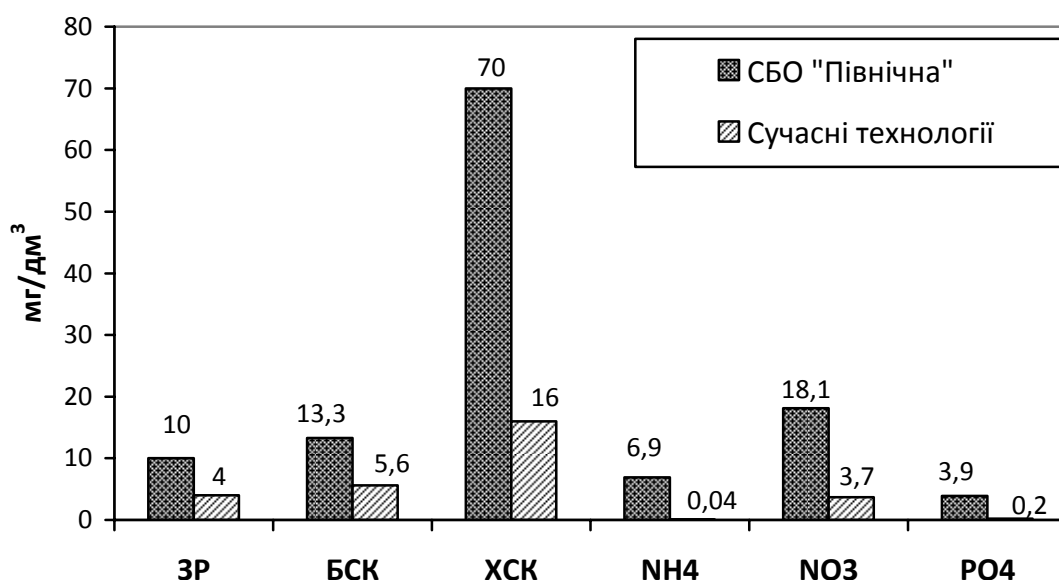


Рис. 2.2 – Порівняльна характеристика показників очищених стоків після СБО «Северная» (в 2016 р.) та на очисних спорудах, що використовують сучасні технології очищення (мг/дм³).

Аналіз даних наведених в [9] свідчить, що в 2008 – 2010 рр. ефективність очищення господарсько-побутових стоків, що надходять на СБО «Північна», становила 82 – 95 % по лабільній органічній речовині (перманганатная окислюваність і БСК, відповідно), 72 – 86 % по амонійного азоту, 53 – 67 % по фосфатам. Однак в 2009 – 2010 рр. на виході з очисних споруд СБО «Північна» концентрації азоту нітратів в середньому в 6 – 7 разів перевищували концентрації на вході, а азоту нітритів – в 5 – 10 разів. Хоча ефективність очищення стічних вод від бактеріального забруднення становить по колі-індексу 97 %, однак, через дуже високий рівень їх забруднення на вході в очисні споруди, навіть при зазначеній ефективності

очищення, на виході з очисних споруд значення колі-індексу зменшується лише до $\approx 4 \times 10^7$ КОЕ/дм³, при нормативних значеннях 103 – 104 КОЕ/дм³, встановлених в [16]. Відсутній процес знезараження стоку перед скиданням його в водний об'єкт.

В табл. 2.3 та 2.4 наведено кількість забруднюючих речовин, що потрапляють зі стічними водами СБО «Північна» та СБО «Південна» в морське середовище.

Таблиця 2.3 – Кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами СБО «Північна» в водне середовище

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік				
	2000 р.	2005 р.	2009 р.	2014 р.	2016 р.
Зважина речовина	386,37	884,60	838,34	670,43	639,54
БСК _{повн}	506,15	1001,75	1059,42	785,06	783,11
ХСК	5872,85	6706,63	6021,14	-	-
Перманганатна окислюваність	515,81	721,60	701,20	-	-
Азот амонійний	144,89	498,33	495,41	376,92	378,19
Азот нітритний	11,59	31,41	64,02	102,73	93,43
Азот нітратний	587,29	314,96	289,62	1654,45	1775,08
Фосфати	376,05	393,06	228,65	228,87	226,01
Хлориди	11668,43	11002,26	9877,72	9629,70	10348,44

Як свідчать дані наведені в табл. 2.3, в останні роки, в порівнянні з другою половиною попереднього десятиліття, значно зменшилась кількість зважених та органічних речовин, амонійного азота, що надходять зі стічними водами СБО «Північна» в морське середовище. Не суттєво змінились річні потоки хлоридів та фосфатів. Не дивлячись на значне зменшення об'ємів стічних вод, в 2 – 3 рази збільшились поставки нітритів і в 4 рази – нітратів.

Таблиця 2.4 – Кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами СБО «Південна» в морське середовище

Забруднююча речовина	Фактичний скид, т/рік				
	2000 р.	2005 р.	2009 р.	2014 р.	2016 р.
Зважена речовина	386,37	530,00	617,55	265,74	304,66
БСК _{повн.}	508,31	1005,18	581,45	329,29	389,96
ХСК	3297,79	2402,19	2660,22	-	-
Перманганатна окислюваність	492,72	397,39	513,04	-	-
Азот амонійний	412,08	208,07	323,03	236,20	227,561
Азот нітритний	7,51	10,76	12,35	41,42	42,34
Азот нітратний	215,22	210,75	258,90	626,05	909,86
Фосфати	118,45	225,04	441,79	231,72	206,40
Хлориди	5349,87	-	5130,43	2573,93	2785,10

Така ж сама ситуація спостерігається й на СБО «Південна» (табл. 2.4). За розглянутий період значно зменшилась кількість забруднюючих речовин, що надходять в морське середовище після очистки на СБО «Південна», а саме зважених та органічних речовин, амонійного азота та хлоридів. Збільшились поставки нітритів, нітратів та фосфатів.

Така ситуація може бути пов'язана із використанням застарілого обладнання на міських очисних спорудах.

2.2 Очисні споруди Одеського Припортового заводу

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

Схема очищення стічних вод наступна. Стічні води 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 розсіює випуск на відстань 2,3 км від урізу води. Середня глибина моря в місці випуску – 16 м.

Проектний обсяг очищених стічних вод, що скидаються в море, складає 8,5 млн м³/рік. [3].

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

На ґратах затримуються великі предмети (ганчірки, папір, камені і ін.), дробарки призначені для їх подрібнення.

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

У первинних відстійниках відбувається видалення нерозчинених потопаючих і спливаючих органічних і неорганічних забруднювачів, що не були затримані на ґратах і песколовках. У відстійниках відбувається освітлення стічних вод з ефективністю до 50 % [1].

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

У вторинних відстійниках протікають процеси освітлення стічної води, виділення активного мулу [6].

Знезараження здійснюється розчином гіпохлориту натрію в трубопроводах очищених вод.

На рис. 2.3 наведено дані щодо обсягів скидання очищених стічних вод Одеського припортового заводу за період з 2000 по 2012 рр.

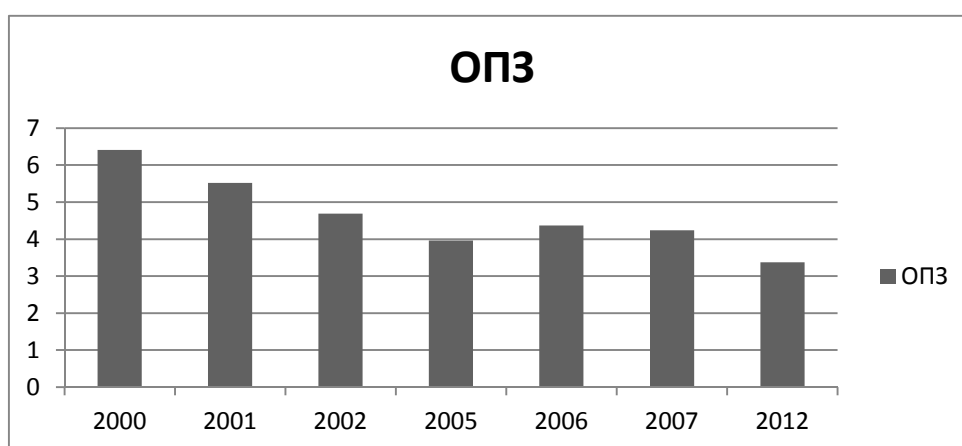


Рис. 2.3 – Річні об'єми стічних вод, потрапляючих в море після очистки на очисних спорудах Одеського припортового заводу.

За розглянутий період спостерігається зменшення обсягів скидання очищених стічних вод Одеського припортового заводу майже в 2 рази. Така ситуація пов'язана, по-перше, із проведенням реконструкції системи водопостачання Одеського припортового заводу у 2009 р. Після реконструкції частина стоков, що пройшли очистку на заводських очисних спорудах, потрапляють на виробничі нужди, таким чином зменшується об'єм стоків, що скидаються. По-друге, у зв'язку із економічною кризою, спостерігається тенденція щодо загального зменшення обсягів виробництва в країні, що знайшло відображення і на кількості стоків Одеського припортового заводу.

Порівнювальна кількість забруднюючих речовин (в залежності від років), що надійшли в морське середовище зі стічними водами Одеського припортового заводу і представлено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Кількість забруднюючих речовин, що надійшли в морське середовище зі стічними водами ОПЗ

Забруднююча речовина	2000 – 2003 рр., т/рік	2006 – 2008 рр., т/рік	2012 – 2015 рр., т/рік
Зважена речовина	50,85	44,55	23,5
БСК _{повн.}	10,83	14,83	8,7
ХСК	103,94	113,15	80,7
Азот амонійний	3,2	2,02	0,6
Азот нітратний	357,69	86,9	41,9
Азот нітритний	0,16	0,42	0,06
Фосфати	38,46	33,28	36,53

Як бачимо з наведеної таблиці, у порівнянні з початком 2000-х років спостерігається тенденція щодо загального зменшення обсягів стоків, що надходять в морське середовище після очистки. Очисні споруди за розглянутий період були завантажені в середньому на 82 %. 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.

2.3 Зливовий стік

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

Загальна площа м.Одеси становить 162,4 млн. м², з них каналізовано 9845 га. Площа Південного басейну становить 3047,2 га, Північного – 54242 га і житлового району Котовського – 1374,1 га [7].

Територія Південного району зайнята житловою багатоповерховою забудовою з найбільшим ступенем благоустрою в порівнянні 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, яка передбачає окреме відведення стічних вод певної 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 і 16-й станцій В. Фонтану. Лівневипускі віддалені від лінії урізу води на 300 м. Очисні споруди на зливових колекторах відсутні.

В даний час постійно діючими зливовими випусками є випуски на 10-й і 16-й станціях В. Фонтану. Випуск зливової каналізації в Аркадії опломбований і відкривається тільки в період інтенсивного дощу (за інформацією Держінспекції з охорони Чорного моря) для запобігання затоплення прилеглої території [8].

Розрахункова пропускна здатність лівневипусков в Аркадії, на 10-й і 16-й станціях В. Фонтану становить 4,6 м³/с.

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

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

Північна частина (басейн вул. Промислової, Ліпінської і Джутової балки) представляє, в основному, промислову частину міста. Центральна частина Північного басейну каналізування упорядкована поквартально [6].

Система каналізування цієї частини міста історично склалася як загальносплавна, що має одну водовідвідну мережу, призначену для спільного відведення стічних вод всіх типів (побутових, виробничих, дощових). На головному колекторі є лівневипускі (Девалановській, 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 злизові стоки скидаються в море через лівнескиди для запобігання аварійної ситуації в місті.

Проектна пропускна здатність Девалановського лівневипуска становить $4,5 \text{ м}^3/\text{с}$, Платонівського – $4,6 \text{ м}^3/\text{с}$, Військового і Андросовського – $4,05 \text{ м}^3/\text{с}$, лівневипусків 1-го і 2-го заливних провулків – $11 \text{ м}^3/\text{с}$ [9].

В період інтенсивного дощу на головну насосну станцію «Північна» надходять змішані господарсько-побутові та дощові стоки в кількостях, що перевищують проектну потужність СБО «Північна» [3], що призводить до затоплення прилеглої території. Для запобігання аварійної ситуації велика частина злизового стоку, в період випадання інтенсивних опадів, скидається безпосередньо в море без очищення.

Середній річний стік злизових вод з Північного басейну каналізування склав $8,66 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$, з них безпосередньо в море через систему злизової каналізації скидається близько $2,86 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$ неочищених стоків [3].

У північно-східній частині міста розташований житловий район Котовського і північна частина Пересипи, яка витягнута уздовж Миколаївської та Балтської доріг. Житловий район Котовського широким масивом розташовується уздовж Дніпропетровської дороги та вул.

Добровольського. Рельєф території житлового району спокійний, з невеликим ухилом в бік Куяльницького лиману.

Каналізація житлового району Котовського передбачалася по повній роздільній схемі. В даний час побудована ділянка магістрального дощового колектора по вул. Дніпропетровській, але через недостатність фінансування будівництво колектора припинено, а прокладену ділянку зливової каналізації затампоніровано. В даний час зливі стоки відводяться по рельєфу [6].

На кількісний та якісний склад зливового стоку впливають як природні фактори (частота, тривалість, інтенсивність дощу, кількість опадів, що випадають, тривалість періоду відсутності опадів, випаровування, фільтрація, затримання кроки рослинами), так і антропогенні фактори (наявність виробничих об'єктів на водозбірній території, кількість дорожніх покриттів і інтенсивність руху на них та ін.). Тому кількісний і якісний склад зливових вод може бути різним навіть в межах одного населеного пункту [10].

Хімічний склад зливових вод для м.Одеси за даними [1] представлений в табл. 2.6.

Як видно з наведеної таблиці, за своїми гідрохімічними і мікробіологічними показниками зливі стоки м. Одеси ідентичні недостатньо очищеним і неочищеним стічних вод промислових підприємств і міських каналізаційних колекторів. Так, вміст у зливовому стоці азоту нітритного в 18 разів вище гранично допустимого рівня для рибогосподарських водойм (ГДК – 0,02 мг/дм³). У неочищеному поверхневому стоці концентрація нафтопродуктів вище середніх значень по Україні і 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, свинцю – в 50 разів (ГДК – 0,01 мг/дм³) і цинку – в 23 рази (ГДК – 0,05 мг/дм³).

Таблиця 2.6 – Гідрохімічні характеристики зливових вод м. Одеса

Найменування речовини	Концентрація, мг/дм ³
БСК ₅	61,8
азот амонійний	0,36
азот нітритний	0,35
азот нітратний	1,47
азот органічний	8,12
фосфати	0,25
фосфор органічний	0,13
зважені речовини	1501,53
СПАР	0,52
нефтопродукти	23,93
свинець	0,50
цинк	1,13
нікель	0,069
мідь	0,24
кадмій	0,004
ртуть	0,0002
загальна кількість мікроорганізмів	8300000

Кількісний склад забруднюючих речовин в стічних водах, що надходять до Одеського району ПЗЧМ від основних міських лівневипусков, представлений в табл. 2.7 [3].

Якісні та кількісні показники стоків, що надходять з міським зливовим стоком, не тільки призводять до різкого погіршення якості морського середовища в акваторії порту в період скидання зливових вод, але і в загальному погіршують екологотоксікологічну ситуацію в прилеглий акваторії Одеської затоки.

Таблиця 2.7 – Кількість забруднюючих речовин, що надходять в морське середовище з зливовими водами

Забруднююча речовина	Кількість, т/рік
Зважена речовина	11591,81
БСК ₅	477,1
Нафтопродукти	184,74
СПАР	4,01
Азот амонійний	2,78
Нітрати	11,35
Нітрити	2,7
Фосфати	1,93
Свинець	3,86
Цинк	8,72
Нікель	5,03
Мідь	1,85
Кадмій	0,03
Ртуть	0,002

У червні 2017 р. міськими екологічними інспекторами були взяті проби води безпосередньо з системи відведення зливових вод в районі 10 ст. Великого Фонтану. Результати лабораторних досліджень наведені в табл. 2.8. Проби відбиралися в сухий період року. При цьому, хоча атмосферні опади були відсутні, в зливовому колекторі відзначався інтенсивний потік стічних вод.

Наведені значення гідрохімічних показників зливових вод, відібраних з системи зливової каналізації, свідчать, що за якісним складом стік міської зливової системи каналізації ідентичний неочищеним комунально-побутовим стічним водам. Така ситуація свідчить про існування численних незаконних підключень фізичних осіб і суб'єктів підприємницької діяльності до системи

відведення зливових стоків, через які в неї надходять забруднені господарсько-побутові стоки.

Таблиця 2.8 – Склад стічних вод, що потрапляють в морське середовище по ливневипуску, розташованому на 10-й станції В. Фонтану 15.06.2017 р. [15]

Показник	Концентрація
БПК ₅ , мг/дм ³	135,0
ХПК, мг/дм ³	308,0
Зважені речовини, мг/дм ³	138,0
Жири, мг/дм ³	32,10
АПАВ, мг/дм ³	0,51
Азот аммонійний, мг/дм ³	24,62
Нітрити, мг/дм ³	0,03
Фосфати, мг/дм ³	28,19

2.4 Дренажний стік

Морське узбережжя м. Одеси на протязі близько 22 км схильне до зсувних 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, вопноломов і траверсів для утримання наносів і відсипання пляжних матеріалів;
- перехоплення і відведення підземних вод дренажними галереями на контакті між понтічного вапняка і меотичних глин;
- облаштування свердловин вертикального дренажу, що скидають воду в нижче розташовані галереї;

- організований відвід поверхневих вод за допомогою системи каналів, лотків, перепадів і швидкотоків;
- розвантаження верхньої частини схилів шляхом зрізання шару ґрунту потужністю до 15 м з пристроєм мінімального укосу 12,5 і проведенням дренажування і травосіяння [11].

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

Для утримання пляжу і запобігання від розмиву контрбанкста в море на відстані 100 – 120 м від урізу води були побудовані підводні хвилерізи, гребінь яких заглиблений нижче середнього рівня моря на 0,6 м. Основне призначення хвилерізу – гасіння енергії хвилі (від 10 до 35 % в залежності від її висоти) і утримування піску штучного пляжу від виносу на великі глибини.

Для забезпечення стабільності пляжу, акваторії між хвилеломом і берегом через 200 – 300 м перегороджені перпендикулярними до берега надводними спорудами – траверсами. Ці споруди не дають можливості піску переміщатися уздовж берега під дією косо підходящої хвилі. Прибережна мілина між урізом моря і хвилеломом покрита шаром піску потужністю 0,5 – 1,5 м. Загальна площа створених на ділянці штучних пляжів склала 20 га.

Перша черга берегозахисних споруд, протяжністю 6,2 км, охопила берегову зону від Ланжерону до Аркадії, друга (6,5 км) була продовжена до мису Великий Фонтан.

Існуючий комплекс гідротехнічних конструкцій перетворив прибережну зону моря в 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 (приблизна протяжність 15 м в місці їх з'єднання з волноломом). У той же 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 [12].

Для дренажу вод понтіческого водоносного горизонту на ділянці, паралельно бровці обриву, пройдена підземна галерея. 195 дренажних свердловин обладнані фільтрами на всю потужність водоносного горизонту і вода з них скидається в галерею, або в товщу понтічних вапняків. З галереї дренажні води надходять в водозбірні штольні, що виходять в прибережну зону приблизно через 1 км в місцях пониження покрівлі водоупору. 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 зі штольні надходить в каналізаційний люк з подальшим скидом в море, знаходиться в напівзруйнованому стані [3].

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. В даний час скидання за лінію хвилеломів проводиться тільки з штолень № 9, 10, що становить близько 17 % від сумарного скидання дренажних вод 1-й і 2-ї черги протизсувних споруд. Лотки, призначені для збору дренажних вод на штолень № 7, 8 деформовані і вода з них стікає в басейни до лінії хвилеломів [13].

Максимальні витрати води через штольні відзначається в травні – червні і серпні, збігаючись з періодом максимальних опадів, мінімальний – з грудня по лютий включно.[14].

В табл. 2.9 та 2.10 наведено якісну характеристику дренажного стоку, що утворюється в районі пляжів м. Одеси.

Як видно з наведеної таблиці, дренажні води, що надходять в прибережну смугу моря, містять значну кількість азоту нітратного. Це може бути пов'язано з тим, що нітрати є кінцевим продуктом біохімічного трансформації азоту. Їх вміст в дренажних водах всіх випусків в 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 [15].

Порівняльний аналіз даних о концентрації біогенних речовин в стічних водах морських випусків дренажної системи узбережжя, отриманих в 2001 та 2014 рр. представлений в табл. 2.10. Вона свідчить про те, що в цілому якісний склад дренажних вод щодо аналізуємих показників поліпшился. Значно (до 10 разів) зменшились концентрації амонійного азоту в водах дренажних випусків на ділянці узбережжя від пляжа «Ланжерон» до 11 ст. Великого Фонтану. Також, зменшились концентрації нітратів і нітритів (останні – за винятком випуску на 13 ст. Великого Фонтану). Вміст фосфатів у водах більшості дренажних випусків істотно не змінилося або зменшилася, однак на пляжі 15 ст. Великого Фонтану, мисі Великий Фонтан і, особливо, пляжі санаторію ім. Чкалова – збільшилася. У той же час, є свідчення того, що в дренажну систему узбережжя періодично здійснюється скидання комунально побутових стоків з невстановлених джерел. Так, в 2017 р. тричі фіксувалося надходження фекальних вод через штольню дренажної системи, розташовану в районі пляжу «Отрада».

Таблиця 2.9 – Якісна характеристика стоку дренажний вод

Місто відбору проб	Витрата води, млн. м ³ /рік	NH ₄ , мг/дм ³	NO ₂ , мг/дм ³	NO ₃ , мг/дм ³	PO ₄ , мг/дм ³	БСК, мг/дм ³	Нафто- продукти, мг/дм ³
Пляж Ланжерон	4,03	0,315	0,0020	22,6	0,023	0,60	0,06
Пляж Отрада	0,45	0,216	0,0012	21,2	0,023	-	0,06
Яхт-клуб	0,09	0,065	0,0013	23,5	0,028	0,18	1,57
Пляж Дельфин	2,46	0,455	0,0010	24,5	0,023	0,95	0,05
Пляж санаторію ім.Чкалова	1,88	0,364	0,0009	23,5	0,023	0,70	0,25
Малий фонтан	1,21	0,170	0,0007	27,0	0,074	0,65	0,06
8 ст. В. Фонтану	1,29	0,050	0,0009	19,0	0,034	0,40	0,03
11 ст. В. Фонтану	3,66	0,270	0,0010	23,0	0,019	1,05	0,19
13 ст. В. Фонтану	0,17	0,054	0,0010	26,0	0,030	1,05	0,02
15ст. В. Фонтану	0,13	0,080	0,0013	19,0	0,090	1,35	0,05
Причал р/к ім. Шмітта	2,63	0,036	0,0022	26,8	0,082	2,05	0,05

Таблиця 2.10 – Вміст біогенних речовин в стічні води дренажної системи прибережної зони міста (мг/дм³) за даними 2001 р. [10] та 2014 р. [11]

Випуск дренажних вод	NH ₄ ⁺		NO ₂ ⁻		NO ₃ ⁻		PO ₄ ³⁻	
	2001 р.	2014 р.	2001 р.	2014 р.	2001 р.	2014 р.	2001 р.	2014 р.
Пляж «Ланжерон»	0,315	0,042	0,0020	0,0006	22,6	14,5	0,023	0,022
Пляж «Отрада»	0,216	0,050	0,0012	0,0007	21,2	15,6	0,023	0,020
Яхт-клуб	0,065	0,071	0,0013	0,0006	23,5	17,7	0,027	0,024
Пляж «Отрада 2»	0,455	0,028	0,0010	0,0003	24,5	22,0	0,023	0,024
Пляж санаторія ім. Чкалова	0,364	0,034	0,0009	0,0000	23,5	15,8	0,023	0,065
Мис Малий Фонтан	0,170	0,017	0,0007	0,0003	27,0	21,1	0,074	0,024
Пляж 11 ст. Великого Фонтану	0,270	0,044	0,0010	0,0003	23,0	20,3	0,019	0,018
Пляж 13 ст. Великого Фонтану	0,054	0,028	0,0010	0,0042	26,0	18,4	0,030	0,027
Пляж 15 ст. Великого Фонтану	0,080	0,025	0,0013	0,0008	19,0	17,0	0,090	0,106
Мис Великого Фонтану	0,036	0,066	0,0022	0,0012	26,8	20,5	0,082	0,112

3 ВІДНОСНИЙ ВКЛАД БЕРЕГОВИХ АНТРОПОГЕННИХ ДЖЕРЕЛ В ЗАБРУДНЕННЯ МОРСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

Оцінка відносного внеску кожної групи антропогенних джерел у забруднення морського середовища Одеського району по основним біогенним речовинам виконана для 2002 та 2016 рр. на підставі даних, наведених в розділі 2. Отримані результати представлені в табл. 3.1 та 3.2.

Аналіз наведеної інформації про кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами антропогенних джерел забруднення, показав, що найбільш потужними з ідентифікованих джерел забруднення морського середовища є СБО «Південна» і «Північна».

Від СБО «Північна» в морське середовище у 2002 та 2016 рр. відповідно надійшло 38 та 35 % органічних речовин, 56 та 47 % азота амонійного, 34 та 30 % нітратів, 67 та 68 % нітритів, 56 та 34 % фосфатів. За розглянутий період кількість таких забруднюючих речовин як нітриту та нітрати збільшилося більше ніж в 4,6 та 3,3 рази відповідно не дивлячись на загальну тенденцію до зменшення обсягів стоків, які надходять в морське середовище. Кількість інших забруднюючих речовин дещо зменшилася.

Для СБО «Південна» також характерно збільшення кількості азоту нітратного та азоту нітритного в 3,6 рази. Кількість завислих речовин, що надходить в морське середовище від вказаної СБО зменшилося майже в 2 рази. У процентному відношенні від СБО «Південна» в морське середовище у 2002 та 2016 рр. відповідно надійшло 30 та 18 % органічних речовин, 43 та 28 % азоту амонійного, 23 та 15 % нітратів, 27 та 31 % нітритів, 43 та 31 % фосфатів.

Для обох розглянутих станцій характерно зменшення, у процентному відношенні, кількості фосфатів. Така ситуація може бути пов'язаною з державною програмою по зменшенню вмісту фосфатів у миючих засобах.

Таблиця 3.1 – Характеристика відносного вкладу берегових антропогенних джерел у забруднення вод акваторії Одеської затоки у 2002 р.

Забруднююча речовина		СБО «Північна»	СБО «Південна»	Зливовий стік	Дренажний стік	Всього
Завислі речовини	т/рік	700,34	601,66	11591,8	-	12893,8
	%	5,4	4,7	89,9	-	100
БСК ₅	т/рік	593,22	462,85	477,1	10,62	1543,7
	%	38,4	30,0	30,9	0,7	100
Азот амонійний	т/рік	335,93	258,48	2,78	4,55	601,74
	%	55,8	43,0	0,5	0,7	100
Нітрати	т/рік	373,77	255,84	11,13	452,92	1093,66
	%	34,2	23,4	1,0	41,4	100
Нітрити	т/рік	28,50	11,54	2,7	0,025	42,765
	%	66,6	27,0	6,3	0,1	100
Фосфати	т/рік	345,56	267,83	1,93	0,64	615,96
	%	56,1	43,5	0,3	0,1	100

Таблиця 3.2 – Характеристика відносного вкладу берегових антропогенних джерел у забруднення вод акваторії Одеської затоки у 2016 р.

Забруднююча речовина		СБО «Північна»	СБО «Південна»	Зливовий стік	Дренажний стік	Всього
Завислі речовини	т/рік	639,54	304,66	1065,36	-	2009,56
	%	31,8	15,1	53,1	-	100
БСК ₅	т/рік	783,11	389,96	1042,2	-	2215,27
	%	35,4	17,6	47,1	-	100
Азот амонійний	т/рік	378,19	227,56	190,07	7,29	803,11
	%	47,1	28,3	23,7	0,9	100
Нітрати	т/рік	1775,08	909,9	-	3292,2	5977,14
	%	29,7	15,2	-	55,1	100
Нітрити	т/рік	93,43	42,34	0,23	0,356	136,356
	%	68,5	31,1	0,2	0,3	100
Фосфати	т/рік	226,01	206,40	217,63	7,96	658,00
	%	34,3	31,4	33,1	1,2	100

У зливових стічних водах за розглянутий період майже в 2,5 рази збільшився вміст органічних речовин, в 68 раз – азоту амонійного та в 112 раз – фосфатів. Така ситуація пов'язана з несанкціонованим скиданням у систему зливної каналізації неочищених побутових стоків від приватного сектору. Взагалі зі зливовим стоком в морське середовище у 2016 р. надходить 53 % зважених речовин, 47 % органічних речовин, 24 % азоту амонійного та 33 % фосфатів. Однак слід зазначити те, що вплив зливого стоку епізодичне та залежить від довготривалості і інтенсивності випадання атмосферних опадів.

Стік дренажних вод є істотним джерелом азота нітратів (близько 55 %).

Як видно з наведених таблиць, значна кількість забруднюючих речовин у морське середовище надходить від міських очисних споруд «Південна» та «Північна». Але слід зазначити те, що СБО «Південна» має глибоководний випуск, якій віддалений від берега на відстань більше 2 км, тому її вплив на якість морських вод прибережної зони послаблюється значним початковим і подальшим гідродинамічним розведенням.

Навпаки, злизові і дренажні стоки мають берегові або віддалені на незначну відстань від берега випуски. Крім того, під час інтенсивного дощу або танення сніга здійснюється аварійний скид суміші зливових і господарськопобутових стоків з лівневипусков центральної частини міста, що призводить до значного забруднення акваторії Одеської затоки.

ВИСНОВКИ

Аналіз отриманих відомостей про показники якості вод найбільш проблемних боргових антропогенних джерел забруднення прибережних вод міста Одеси (СБО «Північна» і СБО «Південна», ОПЗ, зливові стоки; дренажних стік) і змін, які відбулися протягом ХХІ ст., дозволяє прийти до наступних висновків.

Аналіз наведеної інформації про кількість забруднюючих речовин, що надходять зі стічними водами антропогенних джерел забруднення, показав, що найбільш потужними з ідентифікованих джерел забруднення морського середовища є СБО «Південна» і «Північна».

На підставі наведеної інформації можна говорити про те, що в останні роки спостерігається тенденція до зменшення обсягів стічних вод, що скидаються в морське середовище від берегових антропогенних джерел забруднення Одеського району ПЗЧМ. Але, не дивлячись на таку тенденцію, для СБО «Північна» і «Південна» характерно погіршення якості очищених стічних вод по нормативними показниками.

Основними джерелами забруднення морського середовища Одеського узбережжя також є зливовий і дренажний стік. Така ситуація пов'язана з несанкціонованим скиданням у систему зливової каналізації неочищених побутових стоків від приватного сектору. Стік дренажних вод є істотним джерелом азота нітратів (близько 55 %), через те, що в дренажну систему узбережжя періодично здійснюється скидання комунально побутових стоків з невстановлених джерел. Так, в 2017 р. тричі фіксувалося надходження фекальних вод через штольню дренажної системи, розташовану в районі пляжу «Отрада».

У 2009 р. Одеський припортовий завод був реконструйований. Зараз частина стоков після очистки потрапляють на виробничі нужди, таким чином зменшилася об'єм скидаючих стоков. Тому можна говорити про те, що вклад

Одеського припортового заводу в сукупності за індустріальними джерелами в забруднення морського середовища Одеського узбережжя не більше 5 %.

У морському середовищі ПЗЧМ в 2016 р., були виявлені токсичні забруднюючі речовини: нафтові вуглеводні, хлоровані вуглеводні, 46 токсичні метали, контроль за вмістом яких передбачено Бухарестською Конвенцією. Особливо небезпечним для морського середовища є осадження зважених речовин, оскільки метали швидко акумулюються в донних відкладеннях, рівень забруднення яких і в цьому районі і без того дуже високий.

Всі ці фактори призводять до зменшення біорізноманіття Чорного моря. Деградація, яка була в 80-90-х роках, пов'язана з проблемою евтрофікації, нормалізувалася, але показник стійкості досить хиткий.

В результаті вищевказаних 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. Крім того, в досліджуваному районі систематично виникають гіпоксійно-аноксійні явища в придонному шарі у весняно-літній період року, що призводять до різкого погіршення умов проживання та загибелі вищих гідробіонтів.

Для поліпшення ситуації, що склалася з випуском дренажних і зливових стоків існує кілька рішень. По-перше – реконструкція дренажних штолень і випусків зливових вод, недопущення потрапляння в них господарсько-побутових стоків. По-друге – відведення дренажного і зливого стоку в міську систему каналізації. Також важливим кроком є посилення правової відповідальності за несанкціоноване відведення побутових стічних вод в дренажну мережу. Також необхідним заходом є реконструкція СБО «Північна» і «Південна», спрямована на поліпшення якості очищення стічних вод.

Для поліпшення ситуації в районі випуску очищених стоків СБО «Північна», на наш погляд, необхідно введення в експлуатацію віддаленого

глибоководного випуску, що дозволить поліпшити якість вод в прибережній частині моря.

Природні, а особливо антропогенні зміни морської екосистеми, вимагають негайного вирішення екологічних проблем і переосмислення оцінки ресурсів Чорного моря і їх ролі в економіці. Усвідомлення загрози негативного впливу людини на екосистему моря, розуміння ролі екологічних параметрів, визнання необхідності забезпечення умов збереження природних процесів в морі, раціональне використання ресурсів і охорона морського середовища - тільки дотримання цих умов може дозволити нам з оптимізмом дивитися в майбутнє унікального Чорноморського басейну.

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. Внукова Н.В. Якість морських вод прибережної зони Північно-західної частини Чорного моря. // Вестник Харьковского національного автомобільно-дорожного університету. 2015. №70. С. 55 – 60.
3. Сапко О.Ю., Тучковенко Ю.С. Тенденции в изменении антропогенной нагрузки на прибрежные воды Одесского района северо-западной части Черного моря// Вісник Одеського екологічного університету. 2010. Вип.9. С. 173 – 177.
4. Одесские экологи объяснили причину появления водорослей на пляжах. URL: <https://www.048.ua/news/858975> (дата звернення 15.11.2017).
5. Защита океанов и всех видов морей http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21_ch17b.shtml (дата звернення 15.11.2017).
6. Височанська Ю.В. Проблеми очисних споруд та їх вплив на водне середовище // Екологія міст та рекреаційних зон: Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Одеса: Інноваційно- інформаційний центр «ІНВАЦ». 2009. – С. 236 – 237.
7. Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И., Берлинский Н.А., Гончаров А.Ю. Районирование украинского сектора северо-западной части Черного моря (по гидрофизическим характеристикам) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. - Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика, 2000. – С. 9 – 24.

8. Альтман Э.Н., Прасолов Р.С., Урюжников Е.П., Яценко А.В. Временная изменчивость температуры воды прибрежной части Черного моря // Труды ГОИН. 1986. Вып.168. С. 16 – 19.
9. 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.
10. Тучковенко Ю.С. Глава 3. Одесский регион. 3.2. Гидрохимический режим. / Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Монография. Киев: Наукова думка. 2006. С. 451 – 457.
11. Альтман Э.Н., Гертман И.Ф., Касич Т.Г. Многолетняя изменчивость солевого баланса Черного моря // Труды ГОИН. 1987. Вып.180. С. 33 – 44.
12. Скрипник И.А., Подплетная Н.Ф., Секундяк Л.Ю., Кирсанова Е.В., Павлютина Л.П. Анализ сточных ливневых вод, сбрасываемых в Одесский залив // Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины, г. Одесса. 2008.
13. Внукова Н.В. Якість морських вод прибережної зони північно-західної частини Чорного моря // Вестник ХНАДУ. 2015. Вып.70.
14. Левковська В.Ю. Гігієнічна оцінка морського середовища в районі Одеської затоки // Таврический медико-биологический вестник. 2013. Том 16, № 4 (64). С. 99 – 102.
15. Северо-западная часть Черного моря: биология, экология / Зайцев Ю.П. и др. Киев: Наукова думка, 2006. 701 с.
16. Дятлов С.Е., Подплетная Н.Ф., Запорожец С.А. Изменчивость содержания нефтепродуктов в воде и донных отложениях Одесского региона северо-западной части Черного моря / Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. 2015. Т. 20, вип. 2. С. 159 – 168.