

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра океанології та
морського природокористування

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Водний баланс та гідроекологічний стан Хаджибейського
лиману

Виконав студент 2 курсу групи МО-61
спеціальності 8.04010502
«Океанологія»
Козлов Михайло Олексійович

Керівник д. геог. н., проф.
Тучковенко Юрій Степанович

Консультант

Рецензент д. геог. н., проф.
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2017р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра Океанології та морського природокористування
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 8.04010502 «Океанологія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
“01” 11 2016 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Козлова Михайла Олексійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Водний баланс та гідроекологічний стан Хаджибейського лиману

керівник роботи Тучковенко Юрій Степанович д. геогр. н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу “ від “14” 09 2016 року № 270 –С

2. Строк подання студентом роботи 1.02.2017 р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.11.2016 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Фізико-географічна характеристика хаджибейського лиману та його водозбіжного басейну	01.11.2016-10.11.2016р.	92	Відмінно
2	Водний баланс Хаджибейського лиману	11.11.2016-28.11.2016 р.	92	Відмінно
3	Моделювання річної мінливості рівня води в Хаджибейському лимані з використанням моделі водного балансу	29.11.2016-01.12.2016 р.	95	Відмінно
4	Оцінка впливу стічних вод на лиман	02.12.2016-09.12.2016	95	Відмінно
5	Рубіжна атестація	05.12.2016-09.12.2016 р.	90	Відм.
6	Висновки	10.12.2016р 28.12.2016р.	90	Відм.
7	Кінцевий етап оформлення магістерської роботи	29.01.17-01.02.17	90	відм
8	Попередній захист роботи	06.02.17	90	відм
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	відм

Студент _____
(підпис)

Козлов М.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Тучковенко Ю.С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Козлов М. О.

На магістерську кваліфікаційну роботу на тему:

«ВОДНИЙ БАЛАНС ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ».

На Хаджибейський лиман інтенсивно впливає антропогенний чинник, який спричиняє велике навантаження на його гідроекологічний стан, а також має вагомий вплив на водний баланс та завдає багато економічних збитків. Тому актуальність вивчення водного об'єкту не викликає сумніву.

Мета роботи – оцінити сучасний гідроекологічний стан Хаджибейського лиману з метою розробки рекомендацій по поліпшенню водного режиму та відновлення його водних ресурсів.

Об'єкт дослідження – водоймище Хаджибейського лиману, включно водозбірний басейн р. Свинна і Малий Куяльник.

Методи дослідження – натурні дослідження гідроекологічного стану водойм та оцінка природних та антропогенних чинників, які впливають на їх водний режим, водозбірний басейн річки Свинна, Малий Куяльник; якості води й екологічного стану водойм, для розробки рекомендацій щодо заходів, спрямованих на поліпшення водного режиму та відновлення гідроекологічного стану Хаджибейського лиману.

Результати і новизна – визначені характеристики стоку для різних за водністю періодів цих річок та їх зміни при умовах глобального потепління; визначені якість води й екологічний стан лиман, на основі яких розроблені рекомендації щодо заходів, спрямованих на поліпшення водного режиму та відновлення гідроекологічного стану Хаджибейського лиману за рахунок встановлення режиму скиду стічних вод.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 79 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 19 джерела, містить 29 рисунків та 14 таблиці.

Ключові слова: *водний баланс, гідроекологічний стан, пересихання, руйнування дамби, затоплення.*

SUMMARY

Kozlov M. O.

In qualifying master's thesis:

«WATER BALANCE AND SURVEYING STATUS KHADZHIBEY ESTUARY»

In Khadzhibey Estuary intense effect anthropogenic factor that causes a heavy load on his hydroecological state, and has a significant impact on the water balance and has a lot of economic damage. Therefore, the relevance of studying the water body is beyond doubt.

Purpose – to assess the current state of hydroecological Khadzhibei estuary to develop recommendations to improve the water regime and the restoration of its water resources.

Methods – field research pydroecological watershed conditions and assessment of natural and anthropogenic factors affecting their water regime, drainage basin Pork, Small Kuyalnyk; water quality and ecological status of water bodies, to develop recommendations for measures to improve the water regime and the restoration of state hydroecological Khadzhibei estuary.

Results and novelty – identified characteristics of runoff water content for different periods of these rivers and their changes in the conditions of global warming; identified water quality and ecological status estuary on which recommendations on measures to improve the water regime and the restoration of state hydroecological Khadzhibei estuary by a regime of wastewater discharges.

Master's qualification work in the amount of 79 page consists of 4 chapters, conclusions, list of references from 19 sources, contains 29 figures and 14 tables.

Keywords: water balance, hydroecological state, drying, dam collapse, flooding.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ ТА ЙОГО ВОДОЗБІЗНОГО БАСЕЙНУ.....	13
1.1 Географічна характеристика лиману.....	13
1.2 Географічна характеристика водозбірного басейну лиману.....	16
1.2.1 Водозбірний басейн річки Малий Куяльник.....	16
1.2.2 Водозбірний басейн річки Свиної.....	18
2 ВОДНИЙ БАЛАНС ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ.....	21
2.1 Вихідні дані для розрахунку водного балансу лиману.....	22
2.2 Оцінка змін річного водного балансу лиману викликаних кліматичними чинниками.....	23
2.2.1 Аналіз надходження до лиману вод від антропогенних джерел.....	29
3 МОДЕЛЮВАННЯ РІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ РІВНЯ ВОДИ В ХАДЖИБЕЙСЬКОМУ ЛИМАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ ВОДНОГО БАЛАНСУ.....	31
4 ОЦІНКА ВПЛИВУ СТІЧНИХ ВОД НА ЛИМАН.....	41
4.1 Вплив режимів скиду стічних вод на його рівневий режим.....	41
4.2 Вплив стічних вод на якість води в лимані.....	44

4.2.1 Система моніторингу водних об'єктів.....	44
4.2.2 Аналіз стану водних об'єктів в районі скидання.....	45
4.2.3 Розробка пропозицій по встановленню «Норм ПДВ» для випусків зворотних вод у водні об'єкти для берегових підприємств філії «Інфоксводоканал».....	50
4.2.4 Розробка пропозицій по встановленню «Норм ГДС».....	58
4.3 Контроль виконання «Норм ГДС».....	60
4.4 Екологічна оцінка.....	61

ВИСНОВКИ

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ, АБРІВІАТУР

NH_4^+ – азот амонійний

NO_3^- – азот нітратний, нітрати

NO_2^- – азот нітратний, нітрити

HCO_3^- – гідрокарбонат-іони, гідрокарбонати

Ca^{2+} – іони кальцію, кальцій

Mg^{2+} – іони магнію, магній

$Na^+ + K^+$ – іони натрію та калію, «натрій плюс калій»

SO_4^{2-} – сульфат-іони, сульфати

Cl^- – хлорид-іони, хлориди

% – відсоток (процент), відсотки (проценти)

‰ – солоність води в проміле

°C – температура в градусах Цельсія

S – солоність води

БС – Балтійська система висот

БСК – біохімічне (біологічне) споживання кисню

г – грам, грами

ГДК – граничнодопустима концентрація

год – година, години

д – доба, діб

дм – дециметр, дециметри

ін. – інші

кг – кілограм, кілограми

км – кілометр, кілометри

л – літр, літри

лим. – лиман

м – метр, метри

м абс. – відмітка поверхні в метрах абсолютної системи висот

м БС – відмітка поверхні в метрах Балтійської системи висот

м ум. – відмітка поверхні в метрах умовної системи висот

м. – місто

МНС – міністерство надзвичайних ситуацій

М. Куяльник – Малий Куяльник

мг – міліграм, міліграми

мм – міліметр, міліметри

НП – нафтопродукти

O_2 – кисень (оксиген)

р. – річка, рік

рр. – річки, роки

СБО – станція біологічної очистки

см – сантиметр, сантиметри

т – тонна, тонни

тис. – тисяча, тисячі

ДНС – дренажна насосна станція

КОС – каналізаційно-очисна станція

БСК – біологічне споживання кисню

НАН – національна академія наук

КУО – колоніє-утворювальна одиниця

ГПК – господарський процесуальний кодекс

ГДС – гранично допустимий скид

ХСК – хімічне споживання кисню

ЕЄС – європейська економічна спільнота

ВСТУП

Одна з головних екологічних проблем Одеської агломерації, яка загострилася у 2015 р., пов'язана з функціонуванням СБО «Північна» і відведенням від неї недостатньо очищених стічних вод в Хаджибейський лиман. Безперервний протягом 2011-2014 рр. скид вод СБО «Північна» в Хаджибейський лиман призвів до підвищення рівня води в ньому до небезпечної позначки 2,04 м БС, що сприяло розмиву дамби, яка відділяє лиман від прилеглої території міста. Склалася загроза виникнення техногенної катастрофи, пов'язаної з проривом дамби та затопленням значної частини території м. Одеси площею 23 км², на якій знаходяться 42 тис. жителів міста та близько 50 підприємств.

Раніше критичне підвищення рівня води в Хаджибейському лимані спостерігалось у 1969 (до позначки 2,21 м БС) та 2003 (до 2,38 м БС) роках. Тоді скиди вод СБО «Північна» у лиман припинялись на 3 роки, виконувались інженерні заходи по укріпленню дамби та інтенсивна відкачка води з лиману у море. Це дозволило знизити рівень води в лимані у 1972 р. до позначки мінус 0,4 м БС у 1972 р. та до меншої за 1,0 м БС у 2007-2009 роках. В період 2010 - 2015 рр., незважаючи на відносно маловодість років, рівень води в Хаджибейському лимані постійно зростав у середньому на 0,2-0,3 м на рік, що є наслідком постійного протягом року надходження до нього скидних вод СБО «Північна».

Окрім вищевказаних, позначки 2,0 м БС рівень води в лимані також досягав у 1985, 1989, 1992, 1995-96 рр.

В останні десятиріччя відбулися значні зміни як природних, так і антропогенних чинників, які формують водний баланс і мінливість рівня води в Хаджибейському лимані. Тому актуальною є отримання оцінок вкладу різних чинників у формування водного балансу лиману у сучасний період,

які дозволять визначити найбільш ефективні заходи щодо стабілізації рівня води в ньому на безпечних позначках.

10 квітня 2008 комісією з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій при Одеській міській Раді скасовано наказ МНС про заборону скидів очищених стічних вод в Хаджибейський лиман. Скасування викликана несприятливим станом Чорного моря в районі пляжу Лузанівка за бактеріологічними, санітарно хімічним показниками.

Мета роботи полягає у визначенні вкладу різних природних і антропогенних чинників у формування водного балансу лиману у сучасних умовах та визначенні стратегії стабілізації рівня води в ньому. А також оцінити вплив стічних вод на екосистему Хаджибейського лиману.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ ТА ЙОГО ВОДОЗБІРНОГО БАСЕЙНУ

1.1 Географічна характеристика лиману

Хаджибейський лиман є безстічне озеро видовженої форми, що утворився в результаті затоплення морем гирлової частини річкової долини річки Малий Куяльник. Від моря лиман відділений пересипом, шириною 4,5 км і довжиною 5 км. Висота її над рівнем моря не більше 2-2,5 м. Точних даних про час відділення від моря лиману немає, проте є вказівки, що ще в XV столітті він з'єднувався з морем [1].

Північна частина лиману мілководна, в міру наближення до моря глибина зростає. Природна солоність води становила 22-115 ‰, по солоності він був полігамічним [2]. В даний час солоність води знизилася до 4,34 ‰ [3]. Береги лиману високі (до 40 м), схильні до ерозії, зсувів і абразивним процесам. У південній частині лиману є дамба, що забезпечує підтримку його рівня вище рівня моря, в результаті відбувається постійна фільтрація лиманних вод через пересип і підтоплення земель за межами дамби. Лиман розташований в 7 кілометрах на північний захід від Одеси (рис.1.1). Лиман належить до найбільш великих водойм Північно-Західного Причорномор'я. Відповідно до фізико-географічного районування він знаходиться на Одеській рівнині, в межах приморського району південної степової підзони [4, 2].

За характером рельєфу район має плоску, слабо розчленовану хвилясту поверхню, з нахилом в сторону моря. Глибина яружної мережі не перевищує 50 м, густина – 0,25-0,5 км на 1 км². Плоскі лесові тераси, розташовані в межах водозбору лиману, представлені подами і степовими блюдцями. Акумулятивні форми рельєфу розвинені лише в місцях впадіння річкових долин у море, які утворюють характерні лиманно-морські

аккумуляційні формування – пересипу та коси. Тут розвинута еолова морфоструктура у вигляді дюн (кучугури) [4, 3].

Довжина лиману за даними різних джерел [1, 5, 6] становить 33-40 км, ширина – 0,5-3,5 км, середня глибина – приблизно 4-5 м, максимальна – до 13-17 м (в середній частині лиману). Площа водного дзеркала змінюється в широких межах, середнє її значення приблизно становить 114,9 тис. км², об'єм води при цьому дорівнює 740,2 млн. м³ [4].

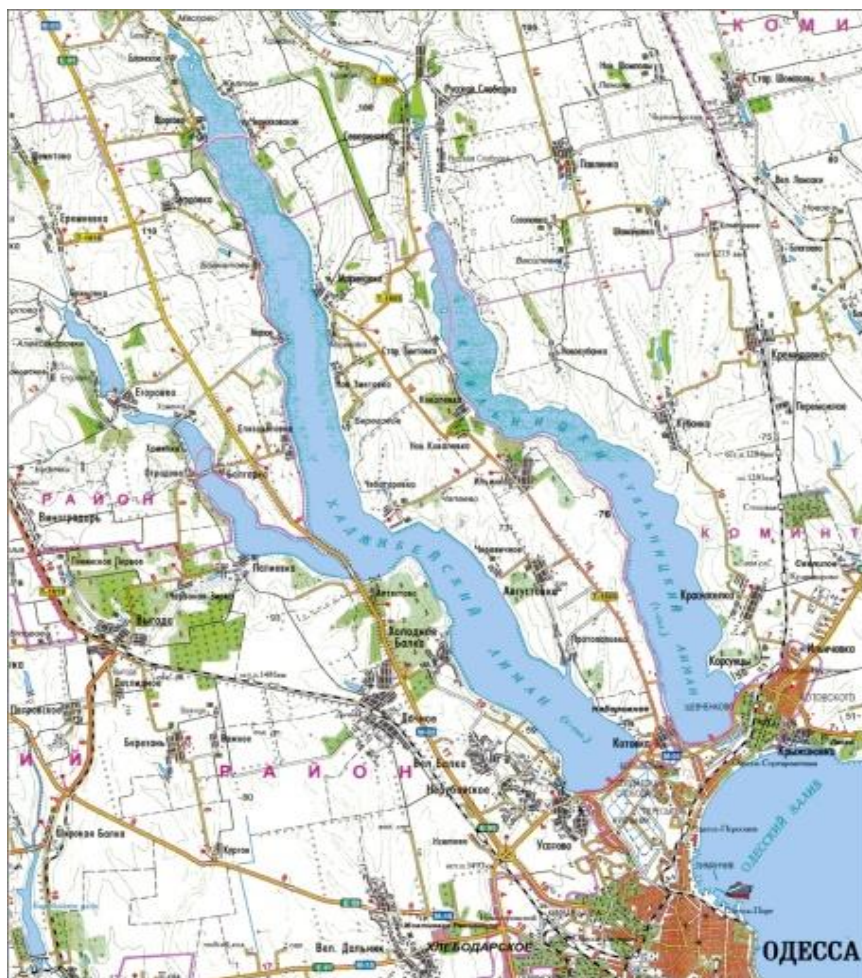


Рисунок 1.1 – Місцезнаходження Хаджибейського лиману

Водойма витягнута у північно-західному напрямку при перпендикулярності вісі лиману до берегової лінії моря. Лиман має звивистість берегової лінії, невелику ширину відносно його довжини, крутий правий берег і більш пологий – лівий, велику кількість кіс, балок, ярів [4, 3].

Глибини в Хаджибейському лимані розподілені нерівномірно. Умовно лиман можна поділити на дві частини межа між якими проходить в районі коліно подібного вигину акваторії у с. Чоботарівка. Північна частина більш мілководна, максимальна глибина північної частини 7,5 м, і поступово на північ переходить у долину річки М. Куяльник. Південна частина є котловиною з максимальними глибинами 15-17 м на ділянці між Холодною та Великою Балкою. Площа мілководдя з глибинами до 2 м складає 25,4 км². У роки з високими рівнями води, в лимані відбувається інтенсивне розмивання берегів, внаслідок чого на дні накопичується великий об'єм відкладень. Стічні води м. Одеси, які надходять зі станції біологічного очищення (СБО) «Північна», та ухильний стік з колишніх зрошувальних полів сильно забруднюють і опріснюють води лиману (до 4-10 ‰) [3].

Такий тип лиманів характеризується уповільненим водообміном, майже повною відсутністю зв'язку з морем і мінімальним припливом прісних вод з малих річок, які пересихають влітку.

До 30-х років ХХ ст. пересип нарастав з боку моря зі швидкістю 0,5 м на рік. З 70-х років у зв'язку зі зростанням гідротехнічного будівництва та вивезенням піску зростання пересипу незначне [7]. Мікрорельєф пересипу відрізняється плоско-хвилястим характером. За штормовим валом на пересипу чергуються ділянки депресій і плоских горбів. Дно багатьох депресій на Хаджибейському пересипу нижче рівня моря на 0,5-1,5 м, більшість з них заповнено водою. Буріння на пересипу Хаджибейського лиману показали, що потужність пісків складає 9,5 м, далі йдуть зеленуваті, потім синюваті мули з морської фауни. Вони були відкладені в той період, коли, при відносно низькому рівні моря, ділянки корінної суші і лимани висувалися значно далі в море [6].

Дно лиману представлене пісками, які розташовані у верхів'ях і вузькою смугою вздовж берегів, та заповнене багатометровою товщею відкладень у вигляді піщаного та глинистого намулу у напрямку

глибоководних ділянок. Останні зустрічаються й до найбільших глибин і мають запах сірководню.

1.2 Географічна характеристика водозбірного басейну лиману

Водозбірний басейн лиману представлений двома річками Малий Куяльник, Свинна а також багатьма балками (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Водозбірний басейн рр. Малий Куяльник, Свина і Хаджибейського лиману

1.2.1 Водозбірний басейн річки Малий Куяльник

Річка Малий Куяльник належить до басейну Чорного моря і впадає в Хаджибейський лиман. Басейн річки розташований в межах Причорноморської зони. Протікає річка по території Одеської області.

Довжина річки 118 км, площа водозбору 1540 км², залісеність 4,44 %, заболоченість 0,17 %, розораність 64,22 %.

За витік річки прийнята точка земної поверхні з відміткою 215 м абс., Розташована в 6 км на північ від села Перехрестове.

Річка має 3 припливу довжиною понад 10 км, загальна довжина яких 105 км. Коефіцієнт густоти мережі (без урахування річок довжиною менше 10 км) становить 0,15 км на км². Падіння річки 213 м, середньозважений ухил 1,44 м на км. Норма стоку річки складає 17,1 млн. м³, стік маловодних років забезпеченістю 75 і 95 % - становить відповідно 4,92 і 0,87 млн. м³, розподіл стоку продовж всього року таблиця 1.1.

Власний стік річки значно за регульований. Загальна кількість ставків і водосховищ, які регулюють місцевий стік, станом на 1.01.92 – 21 шт., Сумарний обсяг 7,72 млн. м³.

Умови, що визначають формування поверхневого стоку річки, є в цілому несприятливими.

Таблиця 1.1 – Внутрішньорічні розподіл стоку

Водність року, Р	Місяць												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Р. М. Куяльник – гирло													
25 %	4,4	35	26,2	9,8	14,3	3,8	1,9	0,8	0,04	0,3	1,26	2,2	100
50 %	9,9	41	29,6	7,7	8,0	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	100
75 %	0,0	44,2	32,4	11,2	7,8	2,3	1,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100
95 %	0,0	50,4	36,9	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100

Клімат басейну помірно-континентальний з посушливим літом і короткою теплою зимою. Число посушливих днів (вологість повітря менше 30 %) складає в середньому 27,1 на рік. Спостережений добовий максимум опадів дорівнює 106 мм. Сніговий покрив в басейні спостерігається менш, ніж в 50 % зим. Сніговий покрив нестійкий. Середня величина

випаровування з водної поверхні становить 796 мм. Гідрографічна мережа розвинена слабо.

Басейн річки розташований в межах Причорноморської низовини і Волино-Подільської височини. Абсолютні позначки поверхні складають – 3-270 м БС, а її загальний ухил спрямований на південний схід. Густота розчленування становить 0,15 км на км², глибина ерозійного урізу 80-100 м.

За своїм режиму р. М. Куяльник відноситься до східно-європейського типу. Живлення річки переважно снігове, дощове. Гідрологічна вивченість режиму річки в цілому незадовільна. Пункт спостережень с. Лозоватка, відстань від гирла 14 км, площа басейну 1420 км².

У басейні річки Малий Куяльник здійснюється водозабір підземних вод із свердловин продуктивністю 0,007 м³ на с., об'єм водоспоживання 0,013 тис. м³ на добу. Басейн р. Малий Куяльник розташований в зоні недостатнього зволоження [7].

1.2.2 Водозбірний басейн річки Свиної

Річка Свина належить до басейну Хаджибейського лиману і є його притокою 1-го порядку. Басейн річки розташований в межах Причорноморської зони. Протікає річка по території Одеської області.

Довжина річки 54,1 км, площа водозбору 772 км², залісненій 0,09 %, заболоченість 0,4 %, розораність 57,4 %.

За витік річки прийнята точка земної поверхні з відміткою 185 м абс., Розташована в 2 км на північний схід від села Петровське.

Річка має 3 припливу довжиною понад 10 км, загальна довжина яких 91,2 км. Коефіцієнт густоти мережі (без урахування річок довжиною менше 10 км) становить 0,19 км на км². Падіння річки 182 м, середньозважений ухил 3,14 м на км. Норма стоку річки складає 7,30 млн. м³, стік маловодних років забезпеченістю 75 і 95 % - становить відповідно 2,1 і 0,37 млн. м³, розподіл стоку протягом року наведений у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Внутрішньорічні розподіл стоку

Водність року, Р	Місяць												Рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Р. Свина – гирло													
25 %	2,5	7,0	81	4	2,5	1,5	0,5	0,5	0	0	0	0,5	100
50 %	4	10	73	3	4,5	2,5	0	0	0	0	0	1,0	100
75 %	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
95 %	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100

Власний стік річки за регульований значно. Загальна кількість ставків і водосховищ, які регулюють місцевий стік, станом на 1.01.92 – 9 шт. Сумарний обсяг 7,02 млн. м³.

Умови, що визначають формування поверхневого стоку річки, є в цілому несприятливими, річка пересихає на тривалі періоди. Клімат басейну помірно-континентальний, теплий з тривалим літом і нестійкою зимою.

Число посушливих днів (вологість повітря менше 30 %) складає в середньому 27 в рік. Спостережений добовий максимум опадів дорівнює 106 мм. Сніговий покрив в басейні спостерігається з 1-ої декади грудня до 1-ої декади березня. Число днів зі сніговим покривом 26-30. Середня висота снігового покриву становить 7,5 см, найбільша 51 см. Середня величина випаровування з водної поверхні становить 746 мм. Гідрографічна мережа розвинена помірно.

Басейн річки розташований в межах Причорноморської низовини. Абсолютні позначки поверхні складають 3-185 м БС, а її загальний ухил спрямований на південний схід.

Басейн річки розташований в межах геологічної структури північно-західній частині Причорноморської западини.

Джерела формування прогнозних запасів підземних вод – природні запаси, природні ресурси, які добувають із природних водотоків.

Живлення річки переважно за рахунок сніготанення і випадання інтенсивних дощів. Гідрологічна вивченість режиму річки в цілому незадовільна [8].

2 ВОДНИЙ БАЛАНС ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ

Водний режим Хаджибейського лиману визначається як природними, так і антропогенними чинниками. До числа природних чинників відносяться: об'єми стоку річок Малий Куяльник та Свина, кількість атмосферних опадів, які випадають на водне дзеркало лиману, та об'ємами випаровування з нього.

Антропогенними чинниками, які значною мірою, визначають мінливість рівня води в лимані, є надходження зворотних, частково очищених вод стічних вод м. Одеса зі станції біологічного очищення (СБО) «Північна», а також дренажних вод від насосних станцій їх перекачки в лиман ДНС №4, ДНС №5 та з каналізаційних очисних споруд (КОС) «НАТІ» (с. Нерубайське Біляївського району) [9].

Модель водного балансу Хаджибейського лиману може бути представлена у вигляді наступної блок-схеми (рис. 2.1).

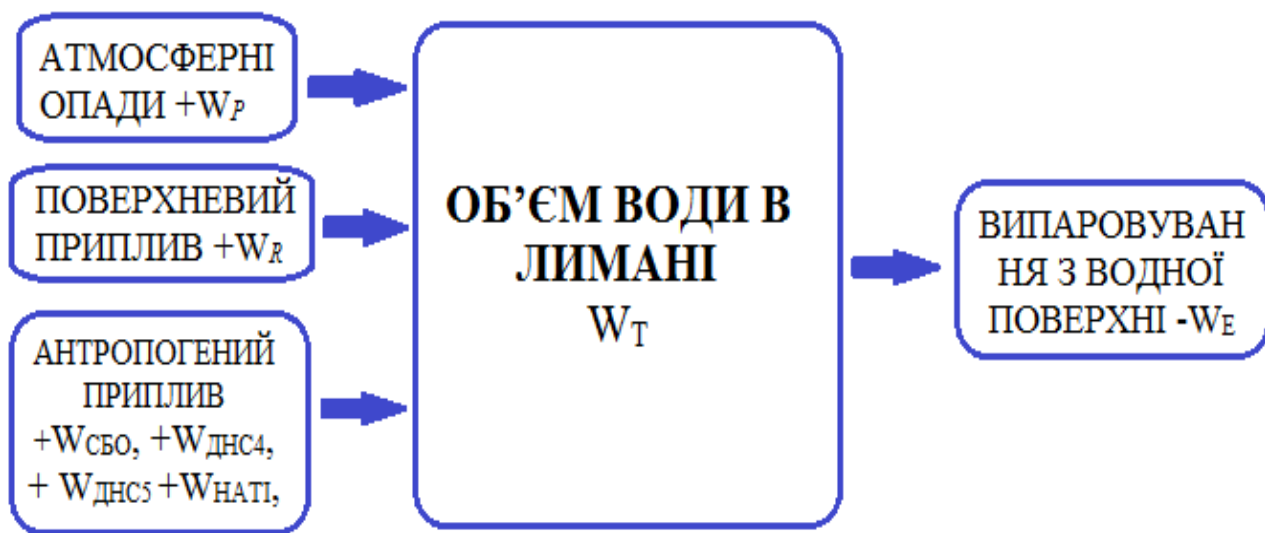


Рисунок 2.1 – Блок-схема моделі водного балансу Хаджибейського лиману

Рівняння водного балансу Хаджибейського лиману має наступний вигляд:

$$W^{t+\Delta t} = W^t + (W_P + W_R + W_{СБО} + W_{ДНС4} + W_{ДНС5} + W_{НАТІ} - W_E) \Delta t \quad (2.1)$$

де Δt – розрахунковий крок рівняння у часі;

$W^{t+\Delta t}$ – об’єм води в лимані наприкінці розрахункового відрізка часу, млн. м³;

W^t – об’єм води в лимані на початку розрахункового відрізка часу, млн. м³;

W_P – об’єм атмосферних опадів, що випали на водну поверхню лиману за час Δt , млн. м³;

W_R – об’єм припливу води по водотоках з водозбірного басейну до лиману за час Δt , млн. м³;

W_E – об’єм води, що випарився з водної поверхні лиману за час Δt , млн. м³;

$W_{СБО}$ – об’єм скиду в лиман вод СБО «Північна» за час Δt , млн. м³;

$W_{ДНС4}$ – об’єм перекачки в лиман дренажних вод ДНС №4 за час Δt , млн. м³;

$W_{ДНС5}$ – об’єм перекачки в лиман дренажних вод ДНС №5 за час Δt , млн. м³;

$W_{НАТІ}$ – об’єм скиду в лиман вод з КОС «НАТІ» за час Δt , млн. м³.

2.1 Вихідні дані для розрахунку водного балансу лиману

Для оцінки складових водного балансу лиману та їх змін використовувалися середньомісячні значення даних спостережень за температурою і відносною вологістю повітря, а також місячними сумами атмосферних опадів на гідрометеостанції (ГМС, № 33837) «Одеса-ГМО» в період 1965-2015 рр. [10].

Інформація про об’єми вод, які надходять до Хаджибейського лиману протягом року з антропогенних джерел – об’єктів «Інфоксводоканал»: СБО «Північна» (2005-2010 рр.), ДНС №4, ДНС №5, КОС «НАТІ» (2006, 2009, 2010 рр.), була взята з [9]. Їх розташування показано на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 – Місцезнаходження основних антропогенних джерел надходження вод до Хаджибейського лиману

Річний об'єм та внутрішньорічні гідрографи стоку (з місячною дискретністю) річок Малий Куяльник та Свинна в період до 1990 р. задавалися на підставі відомостей наведених в [7, 8].

2.2 Оцінка змін річного водного балансу лиману викликаних кліматичними чинниками

В останні десятиріччя, починаючи з кінця 80-х років XX століття [11], на території України спостерігаються суттєві зміни клімату та водних ресурсів [12, 13]. У Північно-Західному Причорномор'ї прояв глобального потепління характеризується зростанням посушливості та відповідним зменшенням припливу прісних вод до лиманів від річок та тимчасових водотоків, розташованих на їх водозборі. Зростання температур повітря та зменшення його відносної вологості викликають збільшення випаровування як з водної поверхні лиману, так з поверхні водозбору. Найбільш негативні наслідки ці зміни мають для тих лиманів, які в даний час втратили природний

зв'язок з морем і на водозборі яких ведеться інтенсивна водогосподарська діяльність, до числа яких відноситься Хаджибейський лиман. Тому безсумнівний інтерес представляє визначення змін складових водного балансу Хаджибейського лиману до (1990 р.) та після початку кліматичних змін.

Оцінка змін річного водного балансу лиману, викликаних кліматичними чинниками, виконувалась для періодів 1965-1990 та 1991-2015 роках. Оскільки спостереження за стоком р. Малий Куяльник не виконуються, то для періоду 1991-2015 рр., на підставі даних та оцінок наведених в [12, 13], було прийняте припущення, що її стік внаслідок кліматичних змін зменшився на 35 % порівняно з періодом до 1990 р. згідно з [7]. Для цього було визначено кліматичний стік $\bar{Y}_k$, за картою ізоліній [Є. Д. Гопченко, Н. С. Лобода]. Встановлено норми природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку з використанням коефіцієнтів переходу необхідно використовувати для річок із площею менше 1000 км². Оскільки площа досліджуємого водозбору перевищує 1000 км² (F=1720 км²), за методикою Є. Д. Гопченко - Н. С. Лободи приймається, що норма кліматичного стоку відповідає природному $\bar{Y}_{кл} = \bar{Y}_{пр}$. Розрахунок C_v природного стоку здійснювалося за регіональною формулою:

$$C_v = \frac{1,5}{\left(\frac{\bar{Y}_K}{10}\right)^{0,62}} \quad (2.2)$$

де C_v – коефіцієнт варіації річного стоку, а значення 1,5 є коефіцієнтом варіації, що відповідає нормі кліматичного стоку рівній 10 мм (=1,5 при =10 мм).

Для визначення C_s використовується співвідношення для західного Причорномор'я

$$C_s = 1,7 C_v \quad (2.3)$$

де C_s – коефіцієнт асиметрії.

Стік заданої забезпеченості отримується на основі розрахованих параметрах річного стоку ($\bar{Y}_{\text{пр}}$, C_v , C_s) та обраного закону розподілу випадкових величин. Найчастіше у гідрологічних розрахунках використовується закон Пірсона III. Згідно з цим законом розподіл представляється через так зване число Фостера

$$\Phi_p = \frac{X_p - \bar{X}}{\delta x} = \frac{k_p - 1}{C_v}. \quad (2.4)$$

З формули 2.4 можливо встановити значення стоку:

$$k_p = 1 + \Phi_p C_v, \quad (2.5)$$

$$X_p = \bar{X} k_p \text{ або } X_p = \bar{X}(1 + \Phi_p C_v). \quad (2.6, 2.7)$$

Просторові значення північно-західного Причорномор'я були виконанні за даними до 1989 року, цей рік розглядається як переламним у кліматичному режимі України. За минулі два десятиріччя [14, 15, 16] у північно-західному Причорномор'ї відбулося зменшення стоку на 35 %, що відповідає нормі природного стоку $\bar{W}=11,1$ млн. м³ або 7,47 мм.

Також вважалося, що у сучасний період лиман не одержує притік прісних вод від річки Свинна через те, що вона дуже за регульована і має на водозборі багато ставків [17].

При розрахунках об'ємів води, які надходять до лиману з атмосферними опадами та випаровуються з нього, площа водного дзеркала лиману приймалася рівною 114,9 км², що відповідає відмітці його водної поверхні 1,6 м БС.

Для розрахунку випаровування з водної поверхні лиману (помісячно), використовувалась номограма, наведена на рис. 2.3.

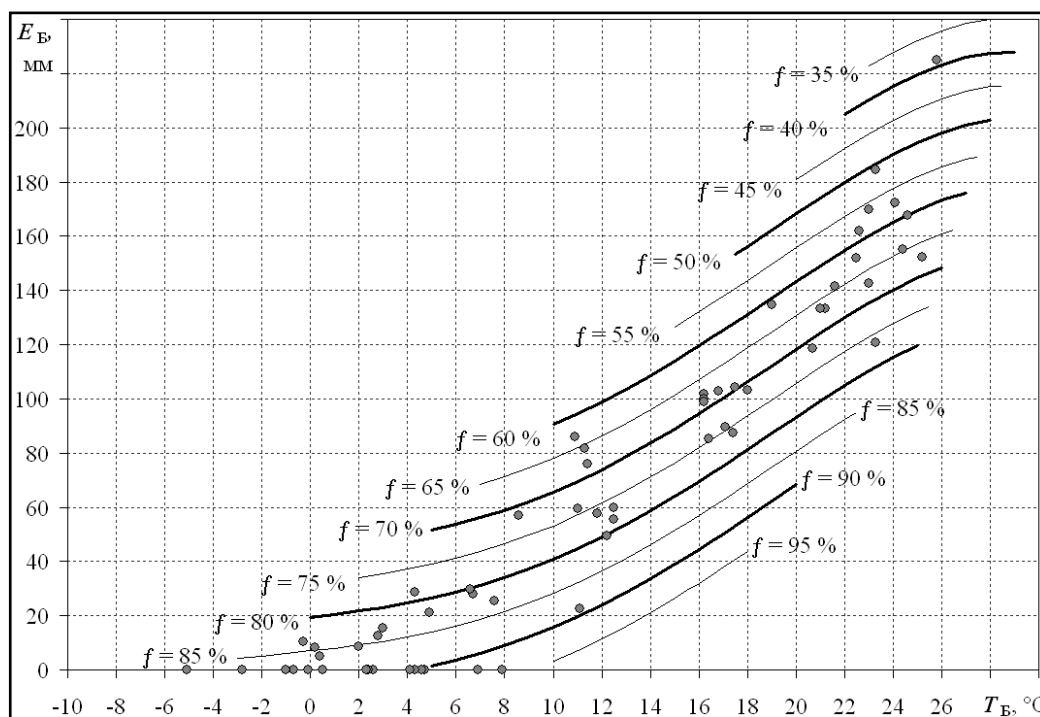


Рисунок 2.3 – Зв'язок випаровування з водної поверхні E_B , мм, з середньомісячними температурами повітря T_B , °C, та відносною вологістю повітря E_B , % [12]

На рис. 2.4-2.7 показана внутрішньорічна мінливість середньомісячних значень гідрометеорологічних чинників, які формують водний баланс Хаджибейського лиману: шару атмосферних опадів, температури повітря, шару випаровування, витрат р. Малий Куяльник – отримана їх осередненням за періоди часу до початку кліматичних змін (1965-1990 рр.) та після них (1991-2015 рр.). З рисунків видно, що описані вище прояви глобального потепління притаманні і басейну Хаджибейського лиману. Відзначається підвищення температури повітря майже у всі місяці року, що призводить до відповідного збільшення випаровування з водної поверхні лиману і зменшення притоку вод р. Малий Куяльник в лиман. Атмосферні опади зменшились у квітні-липні і грудні-лютому, а в інші місяці, навпаки, зросли. Річна сума атмосферних опадів майже не змінилась.

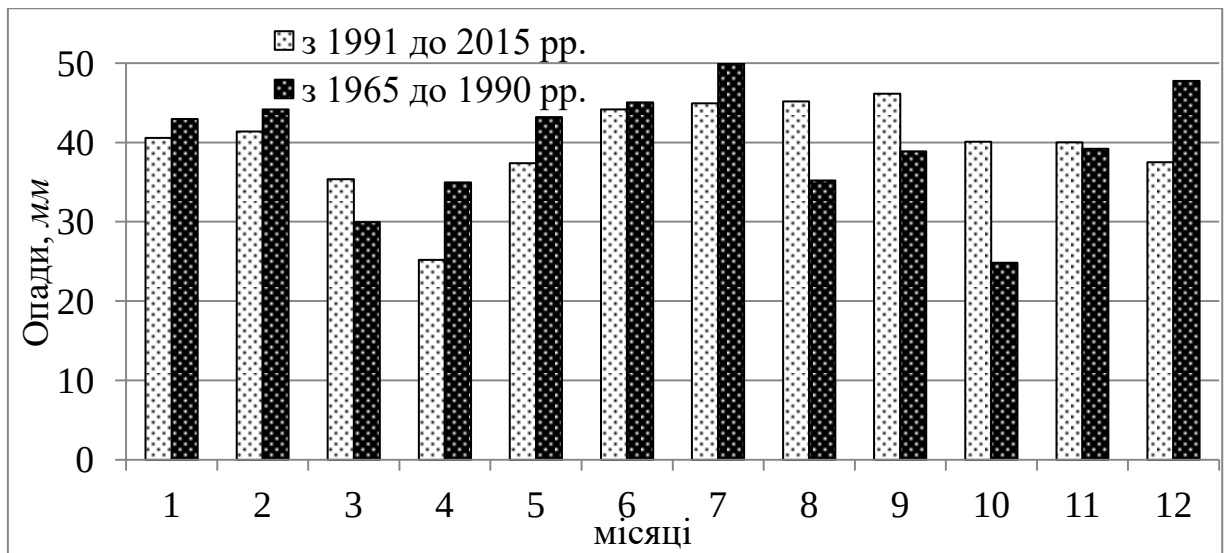


Рисунок 2.4 – Внутрішньо річна мінливість середніх багаторічних маячних шарів атмосферних опадів, мм, за даними ГМС «Одеса-ГМО» у періоди до і після початку кліматичних змін

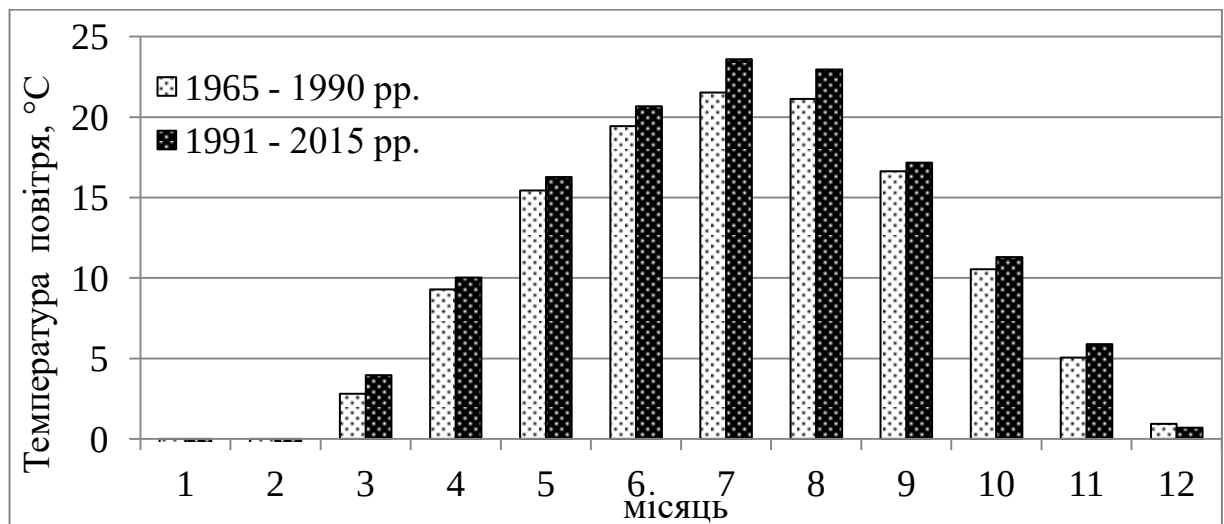


Рисунок 2.5 – Середній багаторічний річний хід середньомісячних температур повітря за даними ГМС«Одеса-ГМО», °C, у періоди до і після початку кліматичних змін

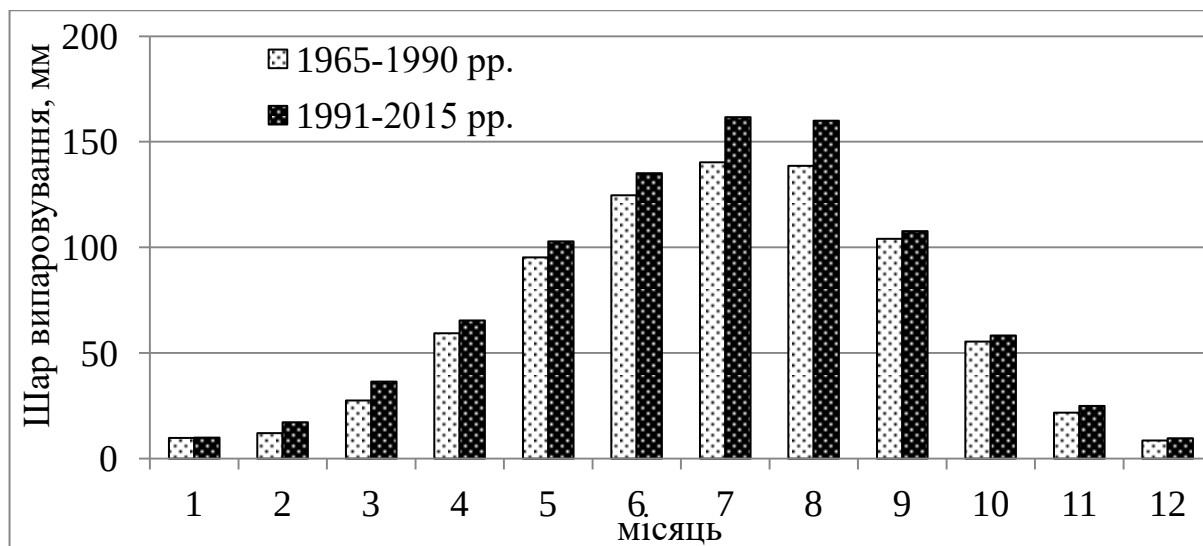


Рисунок 2.6 – Внутрішньо річна мінливість середніх багаторічних маячних шарів випаровування з поверхні лиману, мм, у періоди до і після початку кліматичних змін

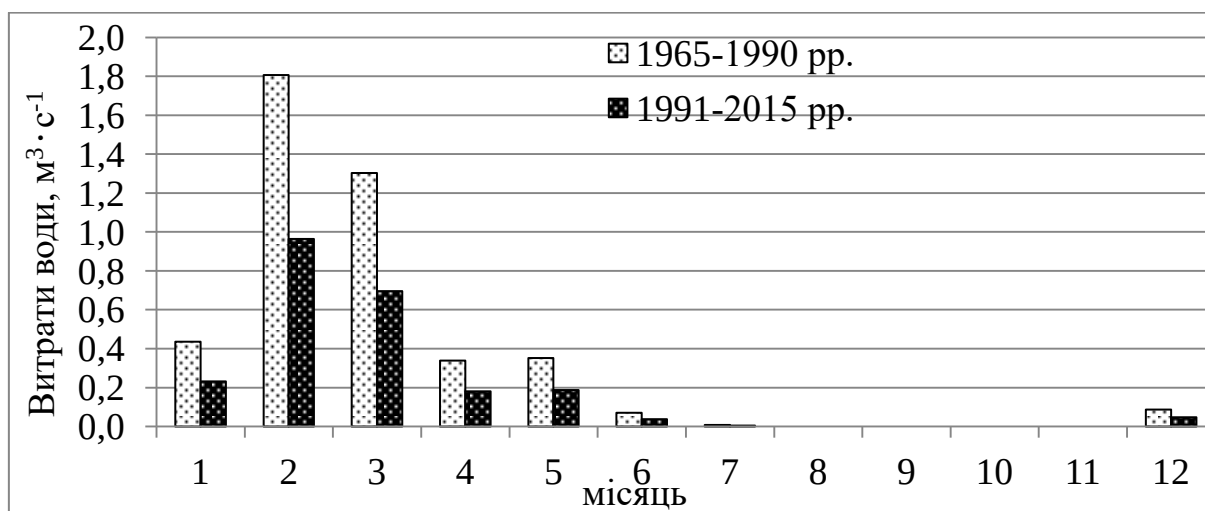


Рисунок 2.7 – Середній розподіл місячних витрат води р. М. Куяльника у періоди до і після початку кліматичних змін

Отримані оцінки природних складових річного балансу прісних вод для Хаджибейського лиману наведені в табл. 2.1.

З оцінок наведених у таблиці 1 можна робити висновки, що навіть до початку кліматичних змін природний прісний баланс лиману був від'ємним і складав 20,1 млн.м³. Але, внаслідок зміни кліматичних умов, дефіцит водного балансу збільшився вдвічі – до 41,0 млн.м³.

Таблиця 2.1 – Зміни природних складових річного балансу прісних вод
Хаджибейського лиману внаслідок змін клімату

Складові річного водного балансу, млн.м ³	1965-1990 рр.	1991-2015 рр.
Прибуткові:		
Об'єм стоку р. Малий Куяльник (50 % забезпеченості)	11,8	6,29
Об'єм стоку р. Свинна (50 % забезпеченості)	5,07	0
Об'єм атмосферних опадів	54,7	54,9
Витратні:		
Об'єм випаровування	91,7	102,23
Дефіцит водного балансу	20,13	41,04

2.2.1 Аналіз надходження до лиману вод від антропогенних джерел

Відомості про мінливість річних об'ємів стічних вод, які виходили з очисних споруди СБО «Північна» протягом першого десятиріччя XXI ст. наведені в [9, 18]. З початку сторіччя поступово відбувалося зменшення надходження стічних вод м. Одеса до очисних споруд СБО «Північна» і, відповідно, на виході з них (рис. 2.8). Якщо у 2000 р. цей об'єм складав близько 95 млн.м³ на рік, то у 2005 р. – 84,9 млн.м³ на рік [18], у 2009 р. – 76,2 млн.м³ на рік [9], у 2014-2015 рр. – близько 54,8 млн.м³ на рік. Значне зменшення об'ємів скиду вод з СБО в останні роки зумовлено підвищенням вартості споживання води для споживачів.

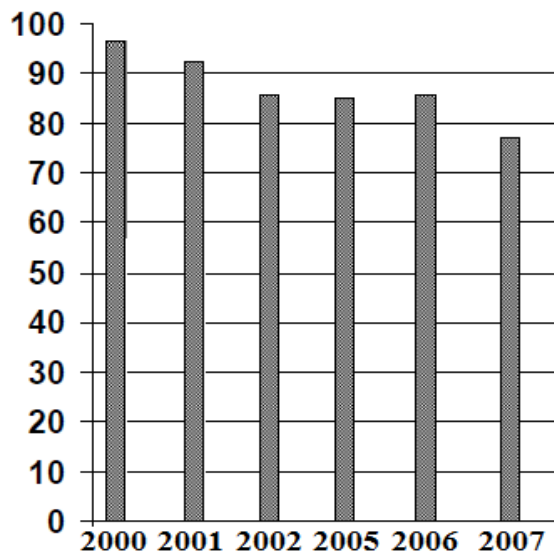


Рисунок 2.8 – Річні об'єми стічних вод, млн. м³, які знаходили на очисні споруди СБО «Північна»[18]

Згідно [9], усереднений за 2006, 2008, 2009 рр. річний об'єм припливу вод до Хаджибейського лиману від ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» дорівнював 4.13, 16.02 та 0.075 млн.м³ на рік, відповідно, що в сумі складає 20.23 млн.м³ на рік. У припущенні, що приплив вод до лиману від ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» протягом останніх років не змінювався, то він майже втричі перевищує стік річки М. Куяльник і компенсує половину річного дефіциту прісного водного балансу лиману. Отже, для запобігання виникненню багаторічної тенденції підвищення рівня води в Хаджибейському лимані у сучасних кліматичних умовах, в середній за водністю рік СБО «Північна» повинна здійснювати скиди в лиман (з витратою 150 тис. м³ на добу) не більше 140 діб на рік.

З МОДЕЛЮВАННЯ РІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ РІВНЯ ВОДИ В ХАДЖИБЕЙСЬКОМУ ЛИМАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ ВОДНОГО БАЛАНСУ

При розрахунках річної мінливості рівня води в Хаджибейському лимані з використанням моделі водного балансу водойма поділялась на чотири частини (рис. 3.1), для кожної з яких були побудовані криві залежності об'ємів $W = f(\xi)$ та площ водної поверхні $F = f(\xi)$ від відмітки рівня води в лимані ξ в метрах Балтійської системи підрахунки (м БС) наведені на рисунках 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 і на рисунку 3.6 побудований графік кривих об'єму і площі дзеркала Хаджибейського лиману.

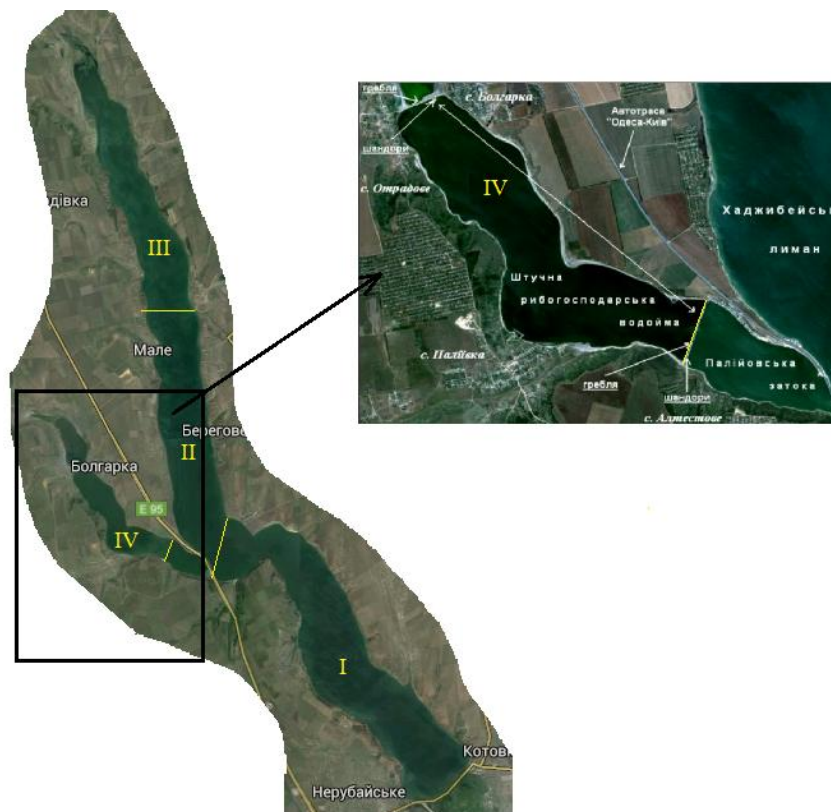


Рисунок 3.1 – Поділ Хаджибейського лиману на складові частини, для яких виконувався розрахунок водного балансу.

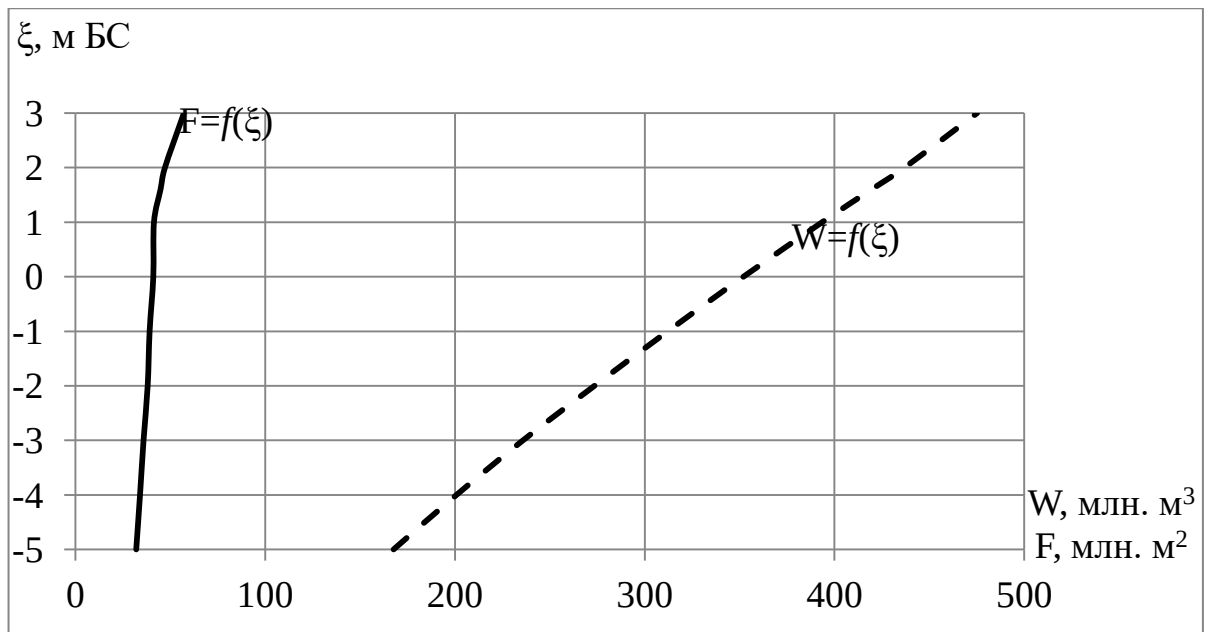


Рисунок 3.2 – Криві об'єму (W) і площі дзеркала (F) першої частини
Хаджибейського лиману

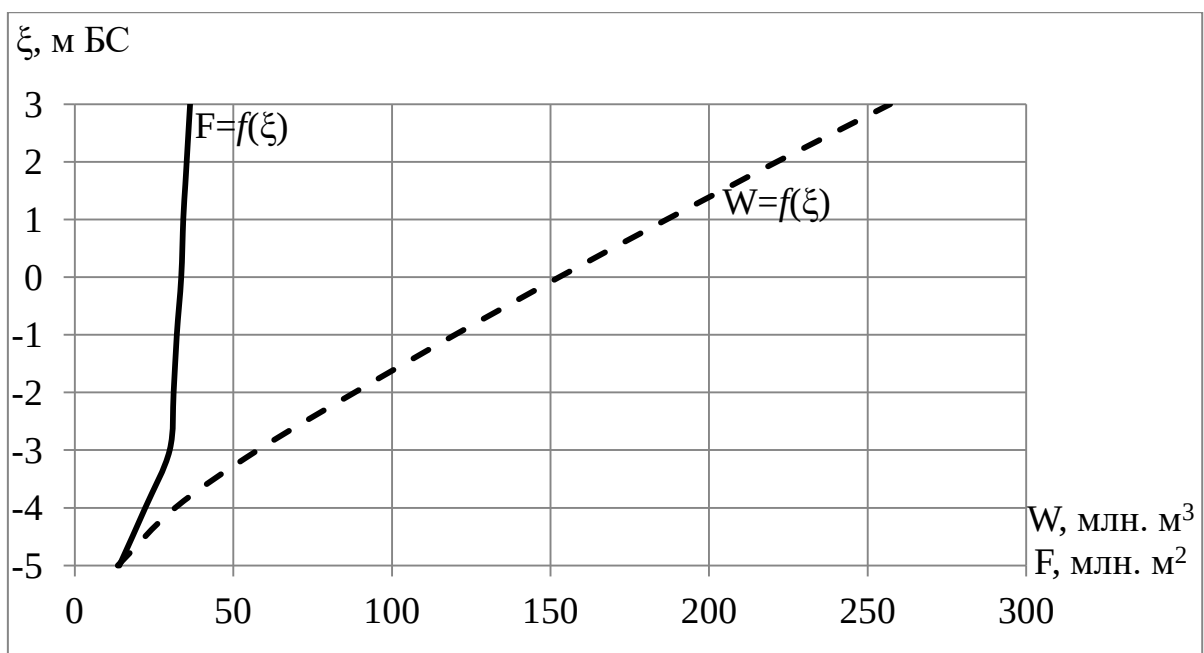


Рисунок 3.3 – Криві об'єму (W) і площі дзеркала (F) другої частини
Хаджибейського лиману

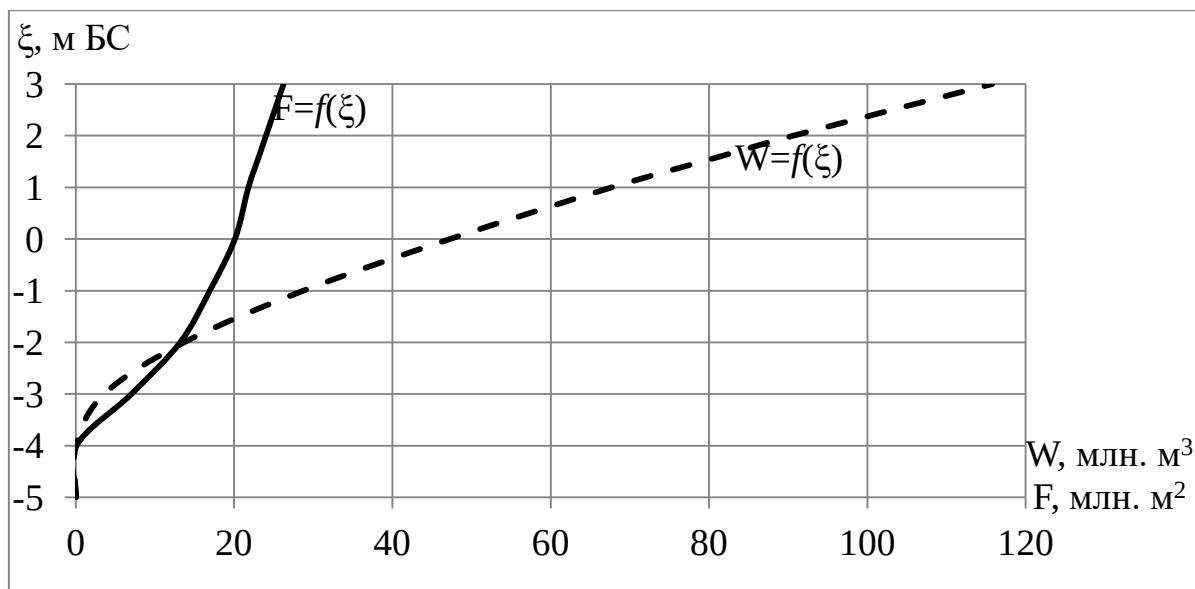


Рисунок 3.4 – Криві об'єму (W) і площі дзеркала (F) третьої частини Хаджибейського лиману

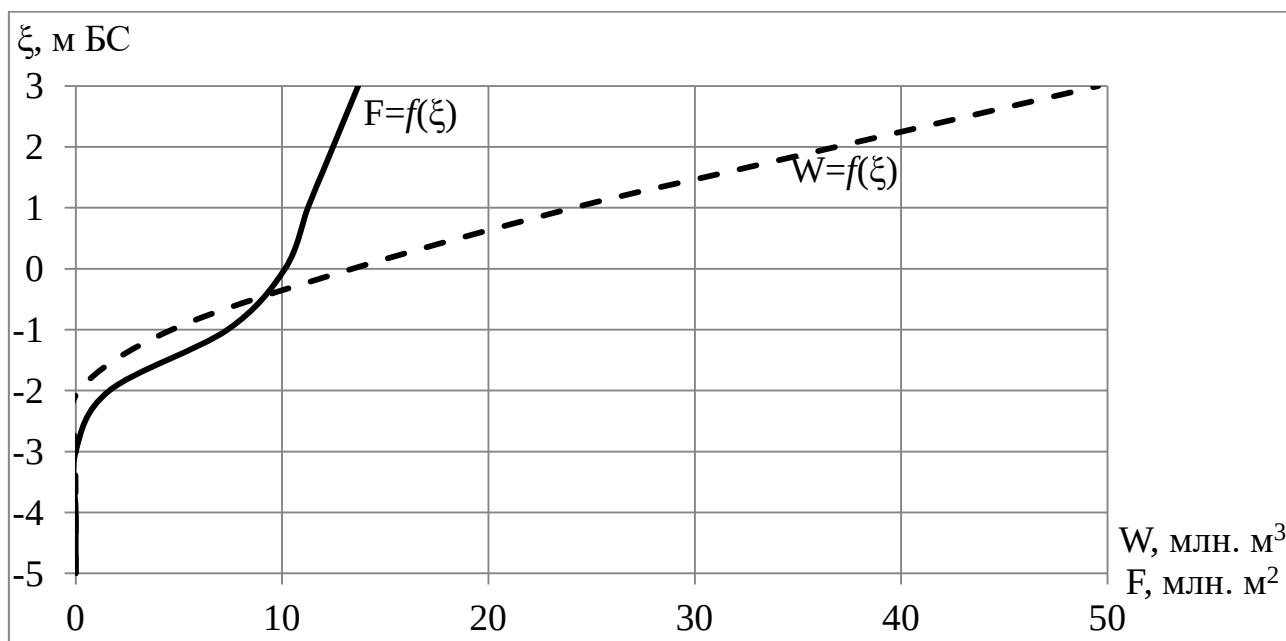


Рисунок 3.5 – Криві об'єму (W) і площі дзеркала (F) четвертої частини Хаджибейського лиману

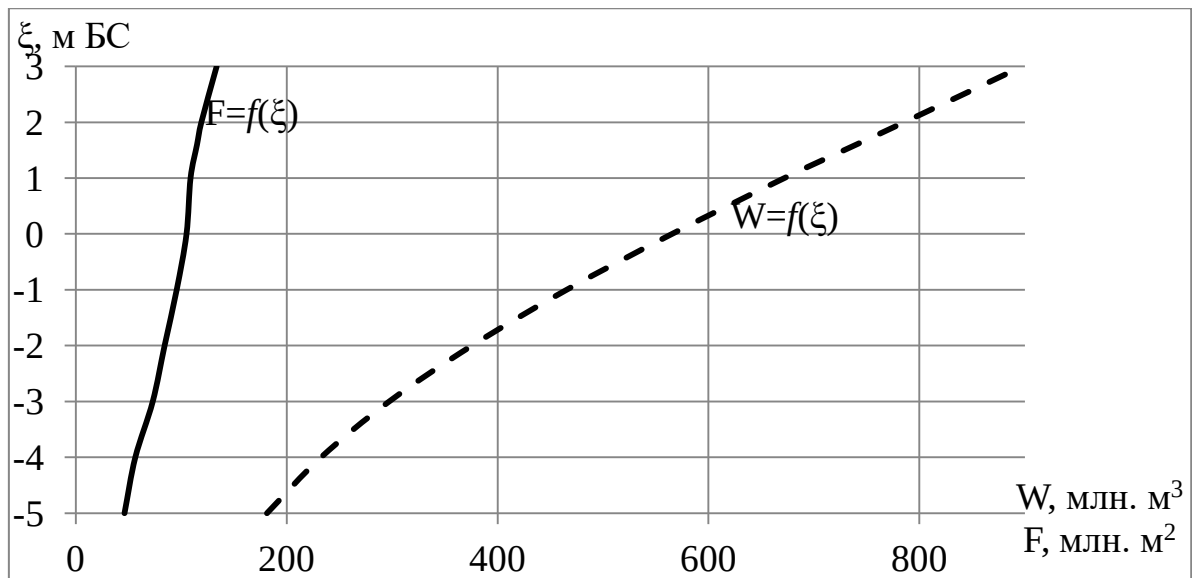


Рисунок 3.6 – Криві об'єму (W) і площі дзеркала (F) Хаджибейського лиману

Верифікація моделі водного балансу лиману проводилась за умов 2006, 2008, 2009 рр., для яких були наявні дані щодо місячних об'ємів надходження до нього вод від антропогенних джерел: СБО «Північна», ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» [9] (рис. 3.7,3.8,3.9).

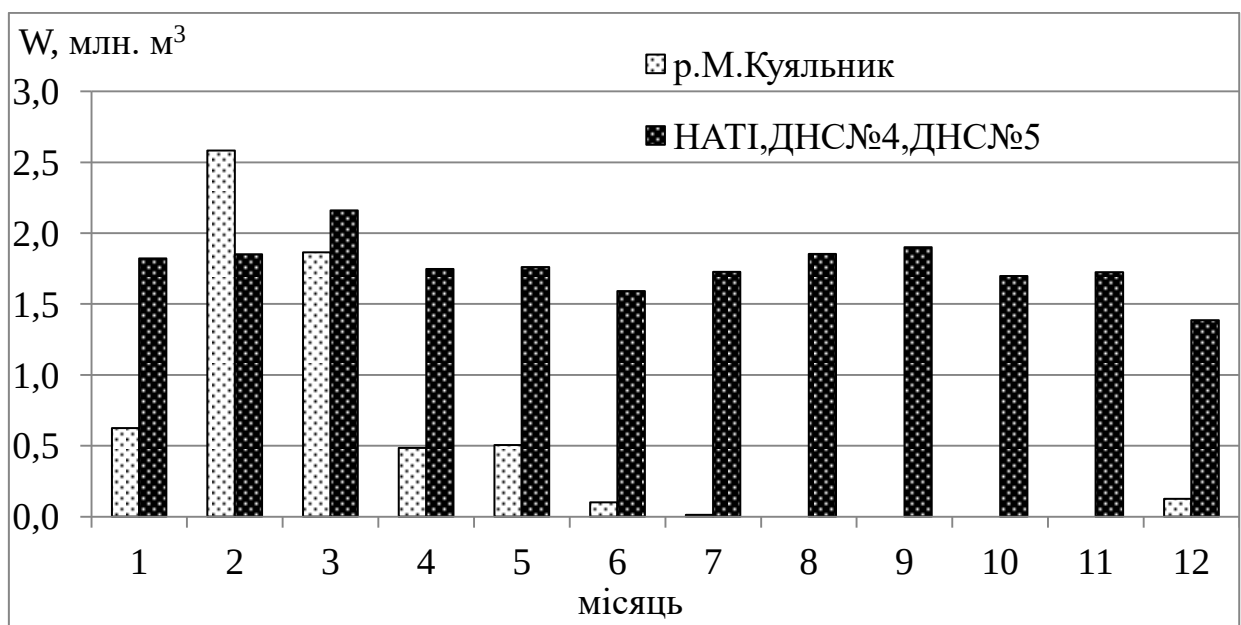


Рисунок 3.7 – Наявні дані щодо місячних об'ємів надходження до Хаджибейського лиману з р. М. Куяльник і з ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» за 2006 рік

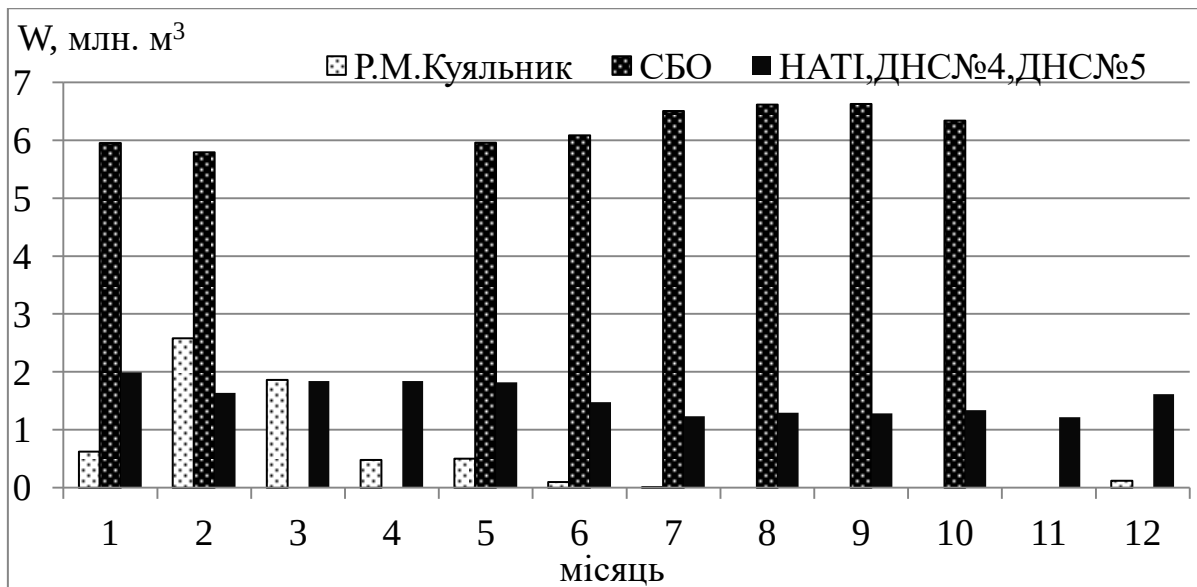


Рисунок 3.8 – Наявні дані щодо місячних об'ємів надходження до Хаджибейського лиману з р. М. Куяльник і з СБО «Північна», ДНС №4, ДНС № 5 і КОС «НАТІ» за 2008 рік

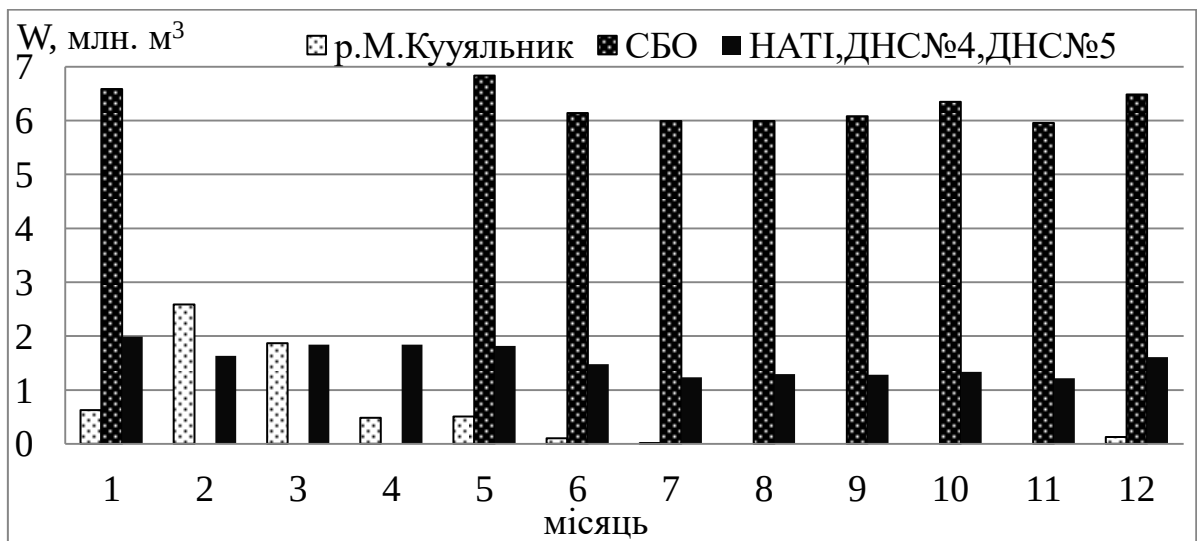


Рисунок 3.9 – Наявні дані щодо місячних об'ємів надходження до Хаджибейського лиману з р. М. Куяльник і з СБО «Північна», ДНС №4, ДНС № 5 і КОС «НАТІ» за 2009 рік

Щомісячні шари атмосферних опадів у вказані роки, а також середньомісячні значення температури і відносної вологості повітря – для розрахунку шару випаровування за кожен місяць, задавались на підставі даних спостережень на ГМС «Одеса-ГМО» [10].

Розрахована за моделлю внутрішньорічна мінливість рівня води в лимані порівнювалася з даними спостережень на вод посту «Усатове».

У 2006 р. скид вод з СБО «Північна» в Хаджибейський лиман не відбувався, оскільки цілорічно здійснювався в Чорне море. Однак надходження води до лиману від ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» відбувалося протягом всього року. Розрахована за моделлю внутрішньорічна мінливість рівня води в лимані наведена на рис. 3.10. Видно, що змодельована мінливість рівнів води в лимані добре узгоджується зі спостереженою. У 2006 році з 21.01 по 01.03 в лимані спостерігався льодостав, що викликало деяке заниження моделлю рівнів води в лимані протягом березня-квітня. Протягом останніх місяців року розраховані відмітки рівня води в лимані навпаки на 5-8 см перевищують фактичні.

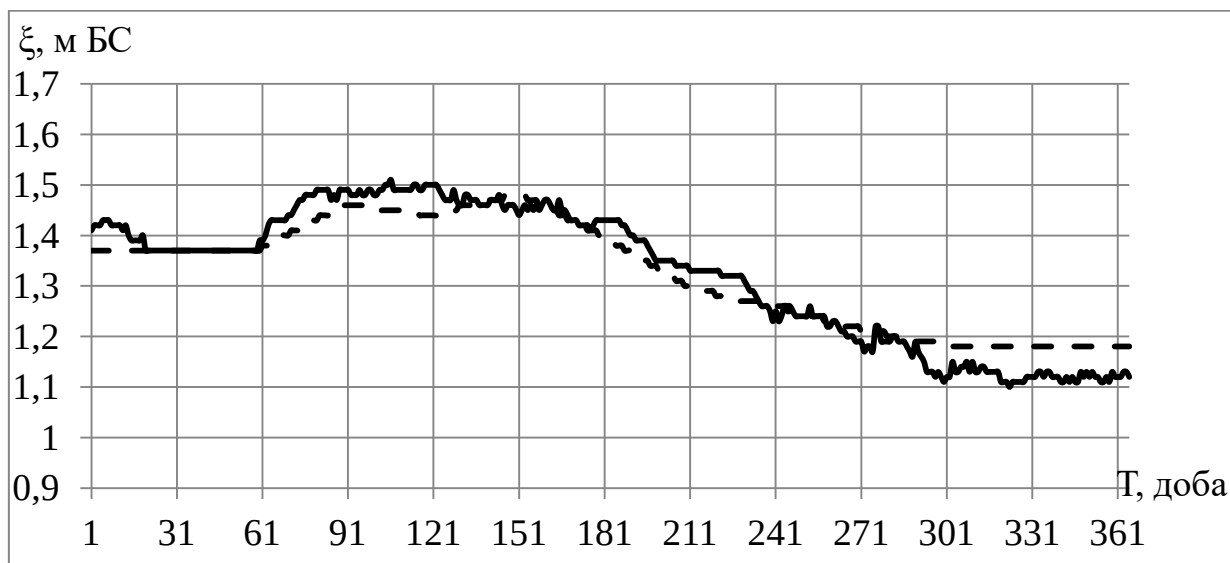


Рисунок 3.10 – Мінливість рівня води у Хаджибейському лимані, м БС, за умов 2006 року (фактичні — і змодельовані - - -)

При розрахунках мінливості рівня води в лимані за умов 2008 року (рис. 3.11) було встановлено, що в цей рік станція СБО «Північна» скидала води в лиман з січня по лютий включно. Через швидке підняття рівня води в лимані у березні-квітні скид стічних вод у лиман був припинений, а після встановлення рівня внаслідок зростання випаровування – знову почався скид

у лиман з травня до листопад. Наприкінці року (у листопаді і грудні) скид стічних вод знову був пере направлений до моря. При відсутності даних про скид стічних вод з очисних споруджень НАТІ, ДНС№4 і ДНС№5, було прийняте рішення взяти за аналог 2009 рік.

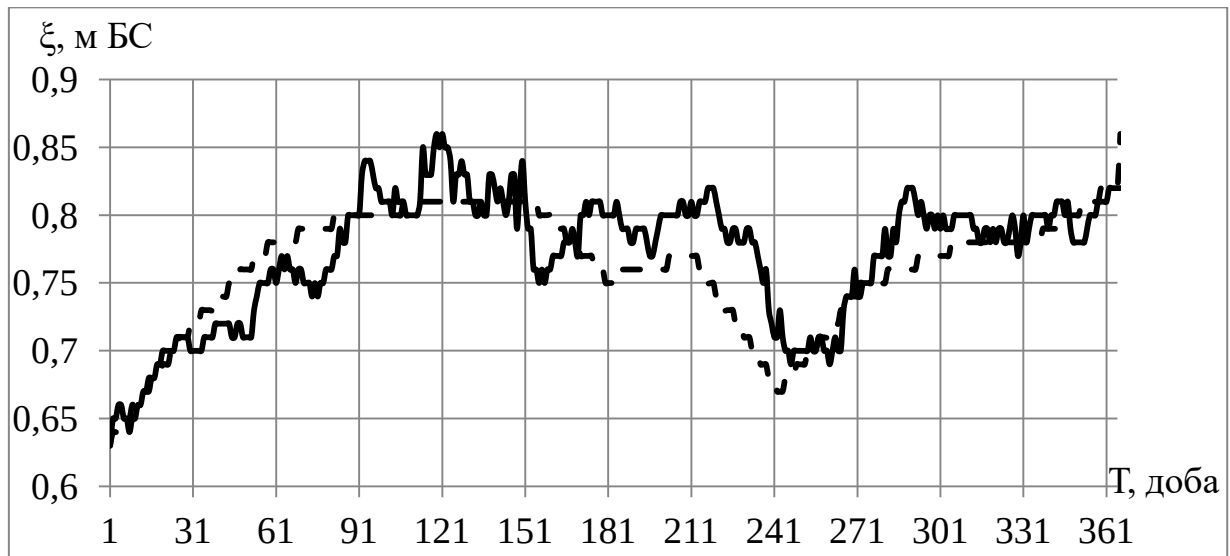


Рисунок 3.11 – Мінливість рівня води у Хаджибейському лимані, м БС, за умов 2008 року (фактичні — і змодельовані - - -)

У 2009 році надходження вод СБО «Північна» до лиману відбувалось у січні і з травня до кінця року. Очисні спорудження НАТІ, дренажні насосні станції ДНС№4 і ДНС№5 скидали стічні води у лиман постійно, протягом усього року. Результати розрахунків рівня води в лимані наведені на рис. 3.12. Видно, що розраховані рівні добре збігаються з фактичними, за виключенням вересня-жовтня, де відхилення змодельованих значень від фактичних досягає 5-10 см.

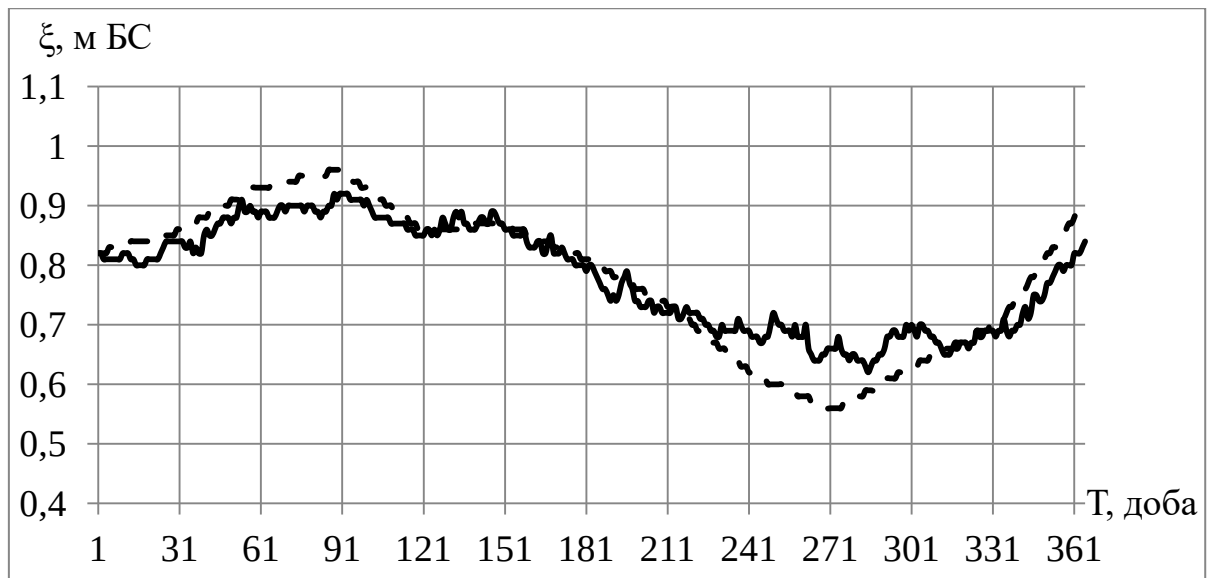


Рисунок 3.12 – Мінливість рівня води у Хаджибейському лимані, м БС, за умов 2009 року (фактичні — і змодельовані - - -)

У 2010 році станція СБО «Північна» почала скид стічних вод у лиман з 1 січня до 8 березня а потім відновила скид у лиман на час купального сезону з 15 травня до 8 вересня, весь інший час скид стічних вод відбувався у Чорне море. Станції НАТІ і ДНС№4,5 проводили скид стічних вод у лиман на протязі всього року. Для моделювання рівнів метеорологічні величини (температура, атмосферні опади, вологість) зі станції Одеса ГМО. Єдина природня притока води є річка М. Куяльник, для моделювання стік річки задавався 50 %-ої забезпеченості. Із-за відсутності даних про скид об'єму стічних вод у лиман, використовувалися за попередній рік. Як видно з рисунка 1.13 змодельовані рівні більш менш збігаються з фактичними, але відбувається значне завищення змодельованих рівнів, так як 2010 рік являється багатоводним і у порівнянні з 2009 роком, який являється маловодним, сума атмосферних опадів розрізняється майже у два рази (рис.1.14).

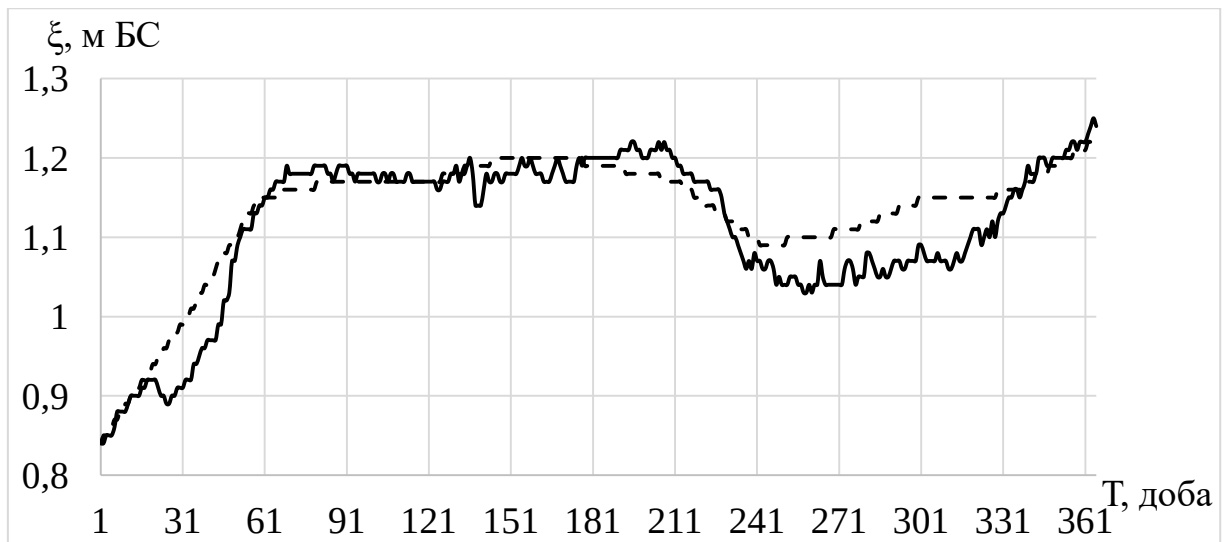


Рисунок 3.13 – Мінливість рівня води у Хаджибейському лимані, м БС, за умов 2010 року (фактичні — і змодельовані - - -)

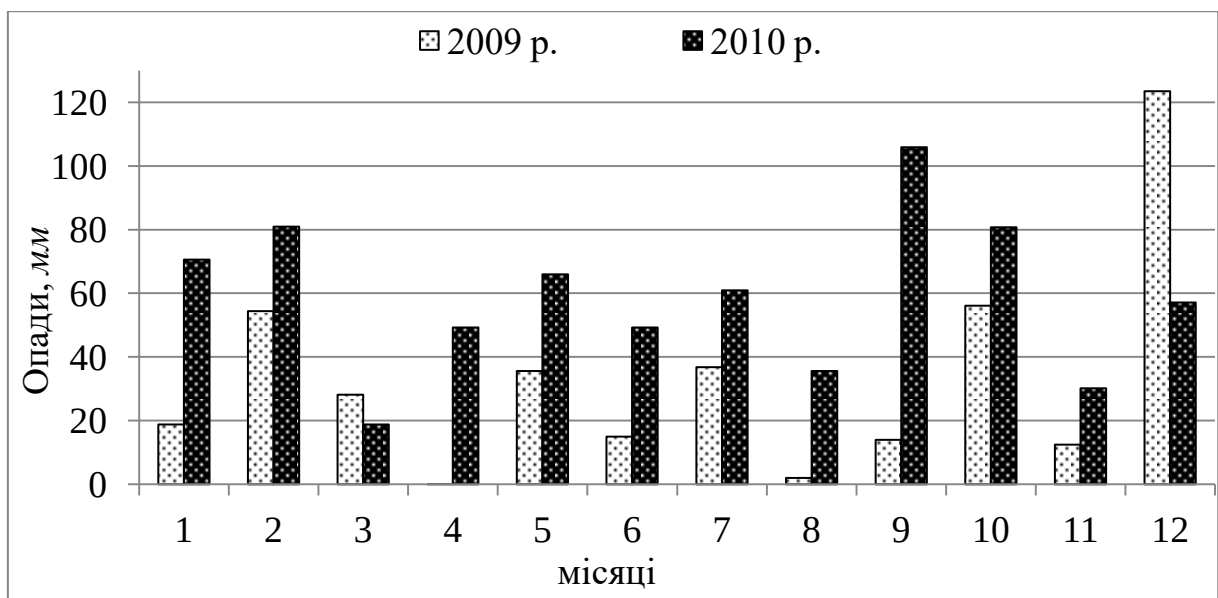


Рисунок 3.14 – Внутрішньо річна мінливість середніх багаторічних місячних шарів атмосферних опадів, мм, за даними ГМС «Одеса-ГМО» у періоди 2010 р. і за 2009 рік

У 2015 році станція СБО «Північна» почала скид стічних вод у лиман з 1 січня і скидала до 24 квітня а потім відновила скид у лиман на час купального сезону з 7 червня до 31 вересня, весь інший час скид стічних вод відбувався у Чорне море. Станції НАТІ і ДНС№4,5 проводили скид стічних вод у лиман на протязі всього року. Для моделювання рівнів метеорологічні

величини (температура, атмосферні опади, вологість) зі станції Одеса ГМО. Єдина природня притока води є річка М. Куяльник, для моделювання стік річки задавався 50 %-ої забезпеченості. Як видно з рисунка 1.15 змодельовані рівні більш менш збігаються з фактичними.

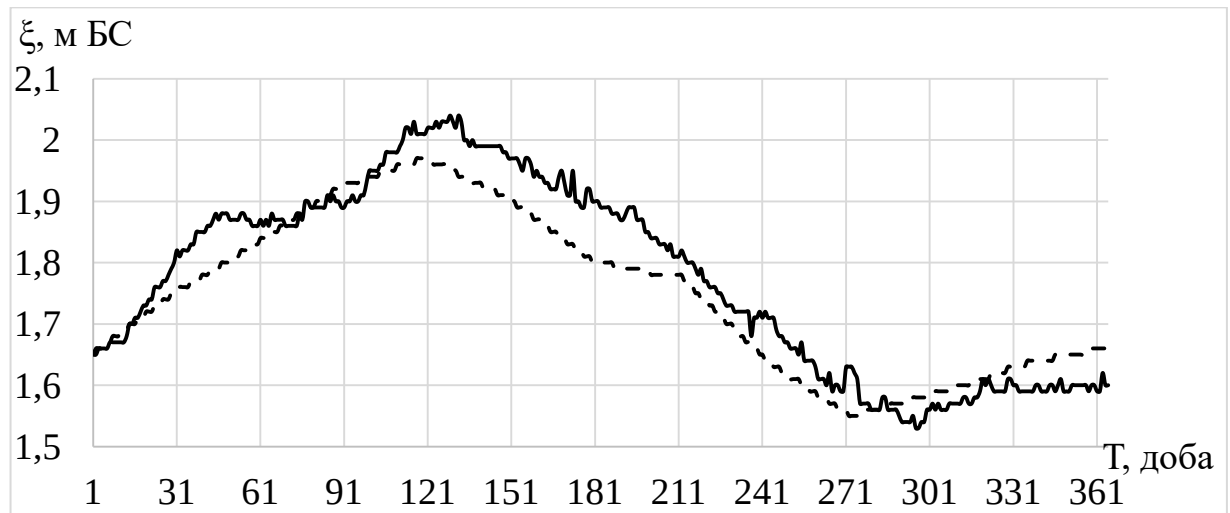


Рисунок 3.15 – Мінливість рівня води у Хаджибейському лимані, м БС, за умов 2015 року (фактичні — і змодельовані - - -)

Наведені результати моделювання свідчать, що модель правильно відображає вплив чинників, які формують водний баланс Хаджибейського лиману, на внутрішньорічну мінливість рівня води у ньому і може бути використана для вивчення різних сценаріїв водного менеджменту, спрямованих на запобігання підвищенню рівня води в лимані до небезпечних позначок.

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ СТІЧНИХ ВОД НА ЛИМАН

4.1 Вплив режимів скиду стічних вод на його рівневий режим

За допомогою моделі водного балансу Хаджибейського лиману можна показати як скиди з СБО «Північна» та інших антропогенних джерел впливають на багаторічні зміни рівня води у ньому. Розрахунки виконувались для середніх в період 1991-2015 рр. гідрометеорологічних умов. Використовувались осереднені за вказаний період середньомісячні значення інтенсивності атмосферних опадів, випаровування, стік річки 50 % забезпеченості в сучасних кліматичних умовах, надходження вод з ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» - осереднені помісячно спостереження у 2006, 2008-2009 рр. значення. Скид з СБО «Північна» приймався рівним у середньому за рік 150 тис. м³ на добу з помісячним розподілом, який мав місце у 2006-2010 роках.

Розглядалися 4 варіанти режимів скиду вод СБО «Північна», ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» в Хаджибейський лиман:

- а) скид у лиман вод з СБО «Північна» протягом травня-вересня, а в інші місяці року – в море, води з ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» протягом всього року надходять в лиман;
- б) скид вод у лиман з антропогенних джерел не здійснюється, всі скидні води відводяться до моря;
- в) скид вод у лиман з антропогенних джерел, включно з СБО «Північна», здійснюється протягом всього року;
- г) скид вод у лиман з антропогенних джерел, без станції СБО «Північна», здійснюється протягом всього року а станції СБО «Північна» веде скид води у море також увесь рік.

Результати розрахунків річних коливань рівня води в лимані для визначених вище варіантів наведені на рис. 4.1.

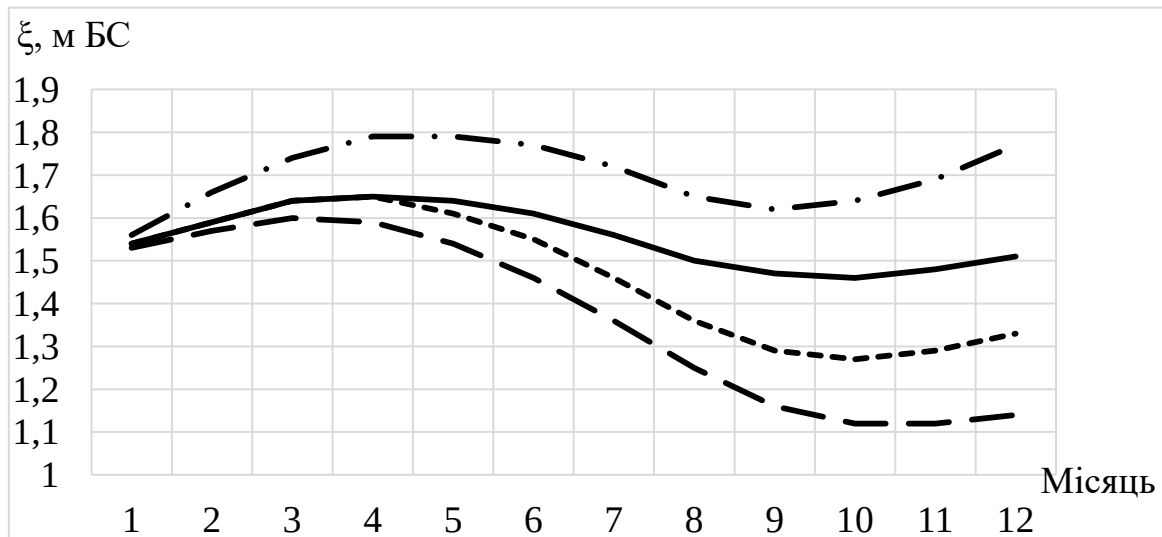


Рисунок 4.1 – Змодельовані рівні Хаджибейського лиману з урахуванням вологості за період 1991-2015 рр., при різних обставинах (а(—), б(---), в(- □ -), г(---))

При співставленні результатів розрахунків за різними варіантами режимів скиду вод з антропогенних джерел в Хаджибейський лиман видно, що у варіанті «а» різниця відміток води в лимані на початку і наприкінці розрахункового року складає мінус 5 см. Отже, рівень води в лимані буде мати багаторічну тенденцію до зниження зі швидкістю 5 см на рік.

Якщо зовсім не здійснювати скид води з антропогенних джерел в лиман, а відводити їх до моря, то кожен рік рівень води в лимані буде знижуватись в середньому на 40 см. Отже за 10 років рівень води в лимані може знизитись на 4 м. При відсутності скиду лише стічних вод з СБО «Північна» падіння рівня води у лимані буде вдвічі меншим.

У разі безперервного протягом року скиду води з СБО «Північна» та інших антропогенних джерел в лиман, рівень води в ньому кожен рік буде підвищуватись у середньому на 20 см і за 10 років може підвищитись на 2 м.

Особливий інтерес викликає порівняння мінливості рівня води в лимані, розрахованого за варіантом «а» з фактичною мінливістю рівня, отриманою помісячним осередненням даних спостережень за рівнем на вод

посту «Усатове» за період 1991-2015 рр. З рис. 4.2 видно, що вони майже співпадають. Зважаючи на те, що осереднена за багаторічний період крива внутрішньорічної мінливості рівня води в лимані майже збалансована на річному відрізку часу (позначки рівня води на початку і наприкінці року відрізняються лише на декілька сантиметрів), можна зробити висновок, що вклад різних чинників у формування водного балансу лиману у сучасний період визначений вірно, а режим скидів води з СБО «Північна», визначений у варіанті «а», забезпечує стабілізацію рівня води в лимані у багаторічному часовому масштабі.

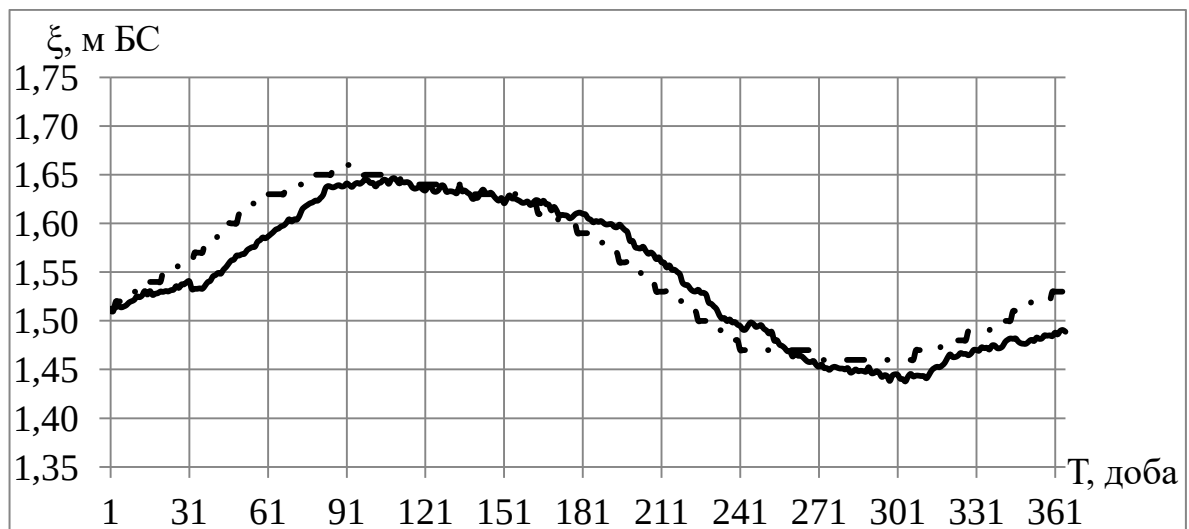


Рисунок 4.2 – Коливання рівня води у Хаджибейському лимані за 1991-2015 рр., (фактичні — і змодельовані – □ –)

На рисунках 4.2 зображено місячне коливання рівня за період після кліматичних змін, за цими графіками можливо прослідити вплив скид стічних вод на рівень води у лимані. Змодельовані рівні враховують скид стічних вод зі станції СБО «Північна» лише п'ять місяців (купальний сезон) з травня по вересень включно, і постійний скид води у лиман станцій НАТІ, ДНС№4 і №5.

4.2 Вплив стічних вод на якість води в лимані

4.2.1 Система моніторингу водних об'єктів

Організовано систему відомчого моніторингу Хаджибейського лиману, в районах (рис. 4.3) виробничої діяльності берегових підприємств.

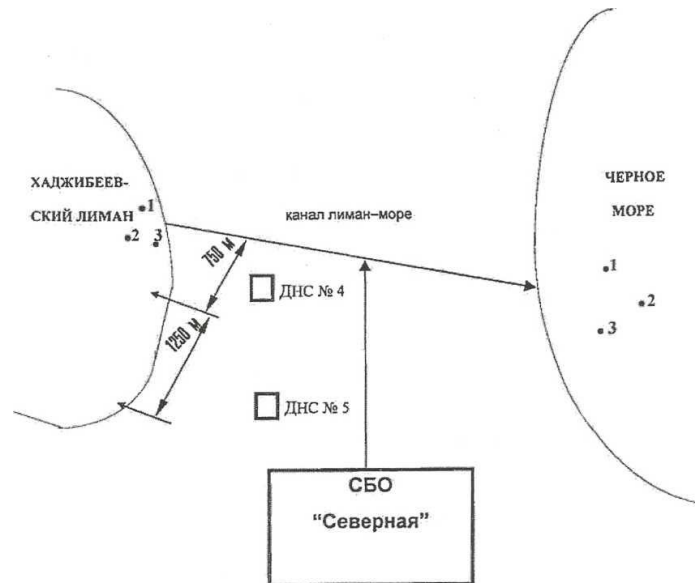


Рисунок 4.3 – Контроль водних об'єктів у контрольних створах скидів зворотних вод СБО «Північна»

Відомчий моніторинг в районі скидів до зони впливу здійснюється з метою:

- Своєчасного виявлення і прогнозування розвитку негативних процесів, що впливають на якість морської і річкової води;
- Розробки та реалізації заходів щодо запобігання процесів погіршення якості води;
- Оцінки ефективності вжитих заходів;
- Інформування державних служб, відповідальних за охорону водних ресурсів.

Визначення складу води поверхневих водних об'єктів в районі скидання, зонах впливу здійснюють відомчі лабораторії Інфоксводоканала, а

також відділ державного аналітичного контролю та моніторингу Державної екологічної інспекції охорони навколишнього природного середовища Північно-Західного регіону Чорного моря за договором про господарську діяльність (далі – Госекоінспекція).

Плани-графіки аналітичного контролю відомчих лабораторій, узгоджені з контролюючими органами в установленому порядку.

Водні об'єкти контролюються по тим же забруднюючих речовин, що і зворотні води берегових підприємств.

4.2.2 Аналіз стану водних об'єктів в районі скидання

Екологічний стан водних об'єктів в місцях скиду очищених стічних і скидних вод, зонах впливу, фонових ділянках оцінювали за досягнутими концентраціями контрольованих показників і ЛПВ, характерному для кожної групи забруднюючих речовин.

В якості контрольних створів прийняті для:

- Хаджибейського лиману в районі скидів СБО «Північна», КОС «НАТІ», ДНС №4, ДНС № 5 – в радіусі 100 м точки скидання.

Зіставляючи хімічні показники якості вод в фоновому ділянці, зоні впливу, можна зробити висновок про вплив відводяться стічних вод на водні об'єкти.

Для кожного контрольованого забруднюючої речовини, що вводиться в одну групу з ЛПВ, перевіряли виконання співвідношення:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1, \quad (4.1)$$

де C_i – середня річна концентрація 1-го забруднюючої речовини в пробі води, мг/л;

i – назва забруднюючої речовини, входимо в одну групу за показником шкідливості.

Оскільки відведення стоків проводиться в водойми рибогосподарського значення, перевірку по ЛПВ проводили для всіх забруднюючих речовин (1-4) класів небезпеки, за винятком основних іонів мінералізації води.

На підставі аналізу та зіставлення даних зроблені висновки про стан об'єктів в районі прийому зворотних вод [19].

Встановлено, що в морській воді без розведення:

- смертності (% до контролю) складає – 0;
- Необхідна кратність розведення – 0;
- Фактичний рівень токсичності – 0;
- Клас токсичності – 1;
- Рівень токсичності – не токсична.
- Стан Хаджибейського лиману в зоні впливу скидання СБО «Північна» – контрольний створ в радіусі 100 м від точки зміщення.

Концентрації забруднюючих речовин в середньорічних розрізах:

- Завислих речовин становить (9,44-15,25) мг· л⁻¹, що на рівні і вище фонових значень в (10,0 -15,0) мг· л⁻¹;
- Легко біологічно окисляються з'єднань, що фіксуються інтегральним показником БСКполн, складають (5,01-5,27) мгО₂· л⁻¹ або (1,67-1,76) часткою ГДК;
- Нафтопродуктів; заліза, фосфатів – менш ГДК;
- Сполуки азоту представлені таким чином концентрації складають в частках ГДК:
 - а) амонію соленого – (1,69-2,16);
 - б) нітритів – (1,11-2,3);
- Перевірка стану водойми по ЛПВ показала невиконання співвідношення (4.1) по токсикологічному ЛПВ формула варіюється в інтервалі (6,656-8,45) що пояснюється високим вмістом бажала, нітритів, амонію сольового в морській воді.

В (2009-2010) рр.. Інститут біології південних морів НАН України виробляв оцінку біо-токсичності проб води лиману, відібраних із зони

впливу стоків зворотних вод СБО «Північна», індекс оцінки виявлявся за додатком А.1.

Дослідження проведені за стандартними методиками біо-тестування на генетично чистої лабораторної культурі *Daphia magna* Straus (Cladocera, Crustacea). Вибір культури визначався солоністю проби води.

Біо-тестування показало, що в пробі води без розведення:

- смертність (% до контролю) складає – 0;
- Необхідна кратність розведення – 0;
- Фактичний рівень токсичності – 0;
- Клас токсичності – 1;
- Рівень токсичності – не токсична.

Концентрація лактози позитивних кишкових паличок (по індексу ЛКП) варіюється в $(1,4 \cdot 10^2 - 2,6 \cdot 10^4)$ КУО $\cdot$ дм^3 ; частка бактерій кишкових паличок в загальному бактеріальному забрудненні становить (0,00001-1,08) %.

За гігієнічним класифікацій води об'єктів Хаджибейський лиман в контрольному створі скидання СБО «Північна» характеризується помірним ступенем забруднення з індексом забруднення 1. Основні забруднення - бактеріологічне і у вигляді біологічно легко руйнуються з'єднань і з'єднань амонію, нітритів, фосфору.

Стан Хаджибейського лиману в контрольному створі скидів КОС «НАПІ». В районі скидання КОС «НАПІ» (в контрольному створі) моніторинг за станом лиману здійснювала відомча лабораторія СБО «Північна». Відповідно до плану-графіку аналітичного контролю проби відбиралися в трьох точках контрольного створу на відстані 100 м прямо-вправо-вліво від місця скидання, аналізувалися на вміст нітритів, амонію, БСК5, зважених речовин, розчиненого кисню та ін., мікробіологічних показників (ОМК, індекс ЛКП, індекс колі-фагу).

Встановлено, що в контрольному створі середньорічні концентрації:

- «Зважених речовин» в (2009-2010) рр.. склали $(9,5-14,0) \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, що на рівні сформованих фонових концентрацій;

- Біологічно легко окислюється органічних і неорганічних сполук, що фіксуються інтегральним показником БСКполн, складають (4,50-5,51) $\text{мгО}_2 \cdot \text{л}^{-1}$, що в (1,50-1,84) рази більше його ГДК;
- Нітритів змінюються від 1,48 до 8,9 ГДК; амонію сольового – від 0,68 до 1,82 ГДК; фосфатів – від 0,050 до 0,10 ГДК;
- Перевірка співвідношення (4.1) показала його невиконання по рибогосподарського і токсикологічному ЛПВ;
- Вміст розчинного кисню знаходиться на рівні (10,8-13,3) $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$, що значно вище нормативу 4,0 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$, встановленого СанПіН 4631-88;
- Кількість лактозо позитивних кишкових паличок в пробах води лиману перевищує в окремі періоди нормативи, встановлені для морських водойм культурно-побутового водокористування; в 2,3 рази; частка лактозо позитивних кишкових паличок в загальному мікробному забрудненні становить (0,13-0,24) %;
- Зміст лактозо позитивних кишкових паличок у воді лиману фіксується на рівні $(4,9-11,7) \cdot 10^3 \text{ БОЮ} \cdot \text{мл}^{-1}$;
- По гігієнічної класифікації Хаджибейський лиман в контрольному створі характеризується як водойма помірного ступеня забруднення з індексом забруднення 1.
- Стан Хаджибейського лиману контрольному створі скидів ДНС №4, ДНС №5.

В районі ДНС №4, ДНС №5 моніторинг за станом лиману здійснювала відомча лабораторія СБО «Північна». Відповідно до Плану-графіку аналітичного контролю проби відбиралися в трьох точках контрольного створу на відстані 100 м прямо-вправо-вліво від місця скидання.

Встановлено, що в контрольному створі середньорічні концентрації:

- «зважених речовин» н (2009-2010) рр.. склали (7,55-14,0) $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$, що на рівні сформованих фонових концентрацій;

- Біологічно легко окислюється органічних і неорганічних сполук, що фіксуються інтегральним показником БСКполн, складають (5,52-5,59) $\text{мгО}_2 \cdot \text{л}^{-1}$, що в (1,84-1,87) рази більше його ГДК;
- Нітритів змінюються від 1,48 до 8,71 ГДК; амонію сольового – від 2,0 до 2,1 ПДК; фосфатів – від 0,050 до 0,10 ГДК;
- Перевірка стану (4.1) показала його невиконання по рибогосподарського і токсикологічному ЛПВ;
- Вміст розчиненого кисню знаходиться на рівні 10,8 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$, що значно вище нормативу 4,0 $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$, встановленого СанПіН 4631-88;
- Кількість лактозо позитивних кишкових паличок в пробах води лиману перевищує в окремі періоди нормативи, встановлені для морських водойм культурно-побутового водокористування, в 4 рази; частка лактозо позитивних кишкових паличок в загальному мікробному забрудненні становить (0,13-0,37) %;
- Зміст лактозо позитивних кишкових паличок у воді лиману фіксується на рівні $(5.9 - 11,7) \cdot 10^3$ БОЮ на мл;
- По гігієнічної класифікації Хаджибейський лиман в контрольному створі характеризується як водойма помірного ступеня забруднення з індексом забруднення 1.
- Хаджібейскірі лиман створах зворотних вод КОС «НАТІ», ДНС №4, ДНС №5

В (2009 - 2010) рр.. в відділі якості водного середовища Інституту біології південних морів НАН України проводилася оцінка біо-токсичності води Хаджибейського лиману в районі скидання дренажних вод ДНС №4, ДНС №5 і очищених стічних вод КОС «НАТІ».

Солоність проб лиманської води становила в місці скидання: ДНС №4 – 3,00 ‰; ДНС №5 – 3,04 ‰; КОС «НАТІ» – 1,70 ‰.

Вибір досліджуваного тест-об'єкта визначається солоністю води лиману: проби на біо-токсичності були проаналізовані на генетично чистої лабораторної культурі *Daphia magna* Straus (Cladocera, Crustacea).

Біо-тестування показало для:

Контрольного створу скидів зворотних ДНС №4, №5

- Смертності (% до контролю) складає – 0;
- Необхідна кратність розведення – 0;
- Фактичний рівень токсичності – 0;
- Клас токсичності – 1;
- Рівень токсичності – не токсична.

Мікроскопічний аналіз виявив наявність у воді лиману великої кількості живого нативного планктону, в тому числі переважаючих видів ракоподібних (*Diaptomus Salinus*, *Ostracod asp.*). Представників мікро-фітобентосу *Navicula*, *Nitzshia* і фітопланктону *Cascinodiscus*.

Контрольного створу скидів КОС «НАТІ»:

- Смертність (% до контролю) складає 0, епізодично – 10-25 % за 48 годин;
- Необхідна кратність розведення – 0;
- Фактичний рівень токсичності – не токсична;
- Клас токсичності – 1;

В цілому, стан Хаджибейського лиману в районі скиду очищених стічних вод КОС «НАТІ», ДНС №4, ДНС №5 за даними біо-тестування сприятливе.

4.2.3 Розробка пропозицій по встановленню «Норм ПДВ» для випусків зворотних вод у водні об'єкти для берегових підприємств філії «Інфоксводоканал»

На основі аналізу проектної документації встановлено, що СБО «Північна»: призначена для очищення з використанням механічних і біологічних методів суміші виробничих і господарсько-побутових стічних вод від зважених речовин, що легко окислюються органічних і неорганічних сполук, які визначаються за показником БСКполн; в очищеному стоці вміст завислих речовин не повинна перевищувати $15 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, БСКполн – 15

мгО₂· л⁻¹; не передбачено виділення або руйнування важко окисляються органічних і неорганічних сполук, таких як феноли, бензол і його похідні, комплекси важких металів з органічними лігандами.

Закладені в проектах рішення виконані повністю в частині очищення стоків. Протягом (2009-2010) років СБО «Північна» забезпечує стабільну очищення стоків до залишкових концентрацій завислих речовин (7-13) мг· л⁻¹, БСКполн (8,7-12,3) мгО₂· л⁻¹, працюючи з ефективністю (89,3-94,3) % по зважених речовинах; (92,6-94,9) % по БСКполн [19].

Розроблений нормативний документ регламентує для підприємств м. Одеси концентрації важко окисляються класів сполуки на вході очисних споруд. В результаті розведення виробничого стоку господарсько-побутових, протікання процесів адсорбції збудників на активному мулі, їх зміст на виході з очисних споруд знижується по відношенню до прибуткового.

В (2009-2010) рр.. СБО працювала в нехарактерному для неї режимі. У силу сформованих економічних умов обсяг скидання виробничих стічних вод у міську систему каналізації не великий. Обсяг стоків від господарсько-побутових споживачів також зменшився внаслідок економії води населенням, організації системи контролю за споживанням свіжої води. У ці роки зафіксовано різке підвищення концентрацій біогенних елементів на вході табл. 4.1.

Одночасно з цим, концентрація забруднювачів, позначена БСКполн, залишилася на колишньому рівні. При високому рівні ефективності очищення, більшому, ніж теоретичні можливості очисних споруд, мікроорганізми активного мулу не в змозі переробити надлишкові концентрації біогенних елементів.

Процес біологічного очищення стабільний в часі під час виконання співвідношення БСКполн:N:P=100:5:1. У розглянутий період це співвідношення варіюється: для СБО «Північна» – 100:(7,0-7,2):(2,2-2,45). Надлишок «зайвих» незасвоєних концентрацій азоту, фосфору транзитом проходить через очисні споруд.

Таблиця 4.1 – Розподіл біогенних елементів

	Азот амонійний, мг• л ⁻¹	Ефективність очистки, %	Фосфати, мг• л ⁻¹	Ефективність очистки, %
Норматив	16-30	20-60	10-15	10-20
СБО «Північна»	8,3-12,6 (2000-2002рр.)	72,7-90,0	9,5-18,8	48,3-77,3
	2002рр.)	75,5-82,1	11,3-27,1	38,0-76,8
	8,9-13,9 (2003р.)	41,4-82,1	8,5-53,9	48,9-84,1
	8,5-27,0 (2005-2006 рр.)	53,2-62,7	8,0-26,3	67,6-88,9
	9,3-16,2 (2009-2010 рр.)			

З огляду на концентрації біогенних елементів на вході на очисні споруди, неможливості їх біохімічної переробки, а також технологічні можливості аналогічних очисних споруд (максимальна ефективність очищення по азоту амонійному – 60, по з'єднаннях фосфору – 10-20 %), реально на виході з очисних споруд можна отримати для: СБО «Північна» азот амонійний – 5,6 мг• л⁻¹ (на основі входу 2009-2010 років); фосфати – 11,0 мг• л⁻¹.

Динаміка зміни обсягів і складів вступників стоків на СБО наступна: СБО «Північна» в (2009-2010) р.р. добова продуктивність склала по відношенню до проектної (53-55) %. У 2009 р. в стічній воді на вході в очисні споруди усереднені значення БСКполн становили 200,0 мгО₂• л⁻¹, 2010 р. – 253,5 мгО₂• л⁻¹ (проектні – 348 мгО₂• л⁻¹), зважених речовин – 137,5 мг• л⁻¹ і 190,7 мг• л⁻¹ відповідно (проектні 350 мг• л⁻¹).

Досягнуті на СБО «Північна» показники очищення відповідають наступним технологіям по:

- зважених речовинах – НСТ-1, НСТ-3;
- БСКполн – НСТ-1, НСТ-3;

- азоту амонійному – НСТ-1, НСТ-2 (СБО «Північна»), проте реальний зміст азоту амонійного в стічній воді на вході в СБО, реальні можливості очисних споруд, що зберегли в останні роки тенденцію до підвищення концентрації цього забруднювачів, реально повинні забезпечити на виході $(5,6) \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ (СБО «Північна»);
- азоту нітратному – НСТ-4;
- фосфатам – по ефективності очищення – НСТ-1, НСТ-2, НСТ-3, однак надзвичайно високу фактичну вміст фосфатів в неочищеному стоці на вході $(8,0 - 29,2) \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ не дозволяє домогтися на виході $(2, 0-2,5) \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$; фактично досягнуто: $(2,4 - 3,0) \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ – СБО «Північна».

Аналіз і порівняння даних, дозволяє зробити наступні висновки про роботу СБО «Північна»;

- досягнуті проектні значення ефективності очищення за завислими речовинами, БСКполн; реально досягаються ефективності на аналогічних очисних споруд по ГПК, азоту амонійного, фосфатів, нафтопродуктів, СПАР, бактеріологічними показниками;
- процеси нітрифікації-денітрифікації не відрегульовані, в очищеному стоці значний вміст нітритів, амонію.

Досягнення в очищених стічних водах концентрація забруднюючих речовин на рівні їх гранично допустимих значень для водних об'єктів рибогосподарського значення вимагають будівництва очисних споруд глибокого очищення. Питомі витрати на зняття умов маси забруднень в них в десятки разів перевищують аналогічні витрати в спорудах біологічної очистки.

Для комунальних міських підприємств норм ГДС необхідно встановити на рівні показників, що досягаються на спорудження повної біологічної очистки за умови їх ефективності роботи і сприятливого стану водних об'єктів у контрольних створах.

У висновках Міжнародної науково-практичної конференції рекомендовано для комунальних стічних вод гранично допустима кількість забруднюючих речовин встановлювати на рівні показників.

Проведення біо-тестування виявило відсутність гострої токсичності очищених стічних вод, морських вод в районі скидання.

Згідно з діючими на СБО графіками контролю якості надходять на очистку і скидаються після очищення стоків визначенню підлягають:

У неочищених стічних водах

СБО «Північна»:

- щодня – рН, температура, завислі речовини, БСК₅;
- два рази в тиждень – амоній сольовий;
- щотижня – сухий залишок, перманганат окиснюваність, ХСК БСК₅, СПАР, нафтопродукти, залізо загальне, амоній, бактеріологічні показники (ОМЧ, колі-індекс, колі-фаги), нітрити, нітрати, фосфати;
- щодня – рН, температура, завислі речовини, розчинений кисень, БСК₅;
- вісім разів на місяць – амоній сольовий;
- чотири рази на місяць – ГПК, нітрити, нітрати, фосфати, ОМК, кіль- індекс;
- один раз на місяць – хлориди, щільний осад, СПАР, нафтопродукти, коли-фаги;
- два рази на місяць – залізо;
- один раз в квартал – біо-тестування ;
- два рази на рік – життєздатні яйця гельмінтів.

Не передбачена локалізація стічних вод в разі відхилення показників їх складу від вимог. Відсутня перед очищення такого стоку фізико-хімічними методами, а незадовільно очищена вода не може бути повернута на повторну обробку.

Платежі, що надходять від підприємств за понадлімітні скиди токсичних речовин, не можуть компенсувати збитки, заподіяні склався режиму роботи відстійника, аеротенків, а також станом водних об'єктів в районах скидання.

Відведення очищених стічних вод здійснюються в Одеську затоку Чорного моря.

Для Одеської області характерні вітри північного-західного і південно-східного напрямів, швидкість яких з 95 %-ної забезпеченістю становить $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. При цьому швидкості протягом в районах випусків рівні $(1-2) \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$.

В Одеській затоці утворюються течії, що обертаються навколо його центру, де швидкості близькі до нульових. Вони зростають у міру наближення до берегів до $(1,0-1,5) \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$, а на рідкому кордоні з Чорним морем досягає $(2-3) \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$. Отже, в місцях відведення стоків в акваторіях переважають нагин течії.

Потенціали самоочищення порушені через значних надходжень токсичних речовин хімічного походження, алохтони мікроорганізмів, що сприяють придушенню алохтонів, мікрофлори. Для зменшення негативного впливу на водний об'єкт прийнято рішення будівництві в 2004 р. першої черги глибоководного випуску в Чорне море довжиною 2,8 км (дві нитки).

Проектна документація на будівництво глибоководного випуску розроблена проектним інститутом «Укрюжгіпрокоммунстрой» в 1986 р..

В районі відведення стоків з СБО «Південна» спостерігається більш сприятлива картина, оскільки превалюють згінні течії, що забезпечують інтенсивні переміщення водних потоків і винос забруднюючих речовин у відкрите море. Відзначено тенденцію поліпшення стану водного об'єкта в контрольному створі в (2009-2010) рр.. по відношенню до 2006 р..

На підставі викладеного для запобігання забруднення морського басейну в районах відведення стоків береговими підприємствами необхідно вирішити ряд завдань:

- удосконалити системи моніторингу за санітарним станом водних об'єктів, скидами, які надходять в море;
- впровадити комплекс природоохоронних заходів, що забезпечують зниження рівня антропогенного навантаження на водні об'єкти.

Пропозиції відображені в плані заходів (табл. 4.2).

За період (2007-2010) рр.. філією «Інфоксводоканал» здійснювалася природоохоронна діяльність, спрямована на зменшення антропогенного впливу скидів очисних споруд на водні об'єкти. Проводяться регулярні роботи з підприємствами м. Одеси спрямовані на зменшення концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах, що надходять на очистку. Організовано контроль за їх складами [19].

Складено, затверджено та погоджено в установленому законодавством України порядку для всіх відомчих лабораторій Плани-графіки контролю складів стічних вод, поверхневого шару води водних об'єктів. Відомчий контроль стоків, водних об'єктів здійснюється відповідно до цих нормативних документах підприємства.

Для спостереження за станом Чорного моря в районі скидів та зону впливу запрошена на основі договору про господарську діяльність лабораторія державного аналітичного контролю та моніторингу навколишнього природного середовища Державної екологічної інспекції охорони навколишнього природного середовища Північно-Західного регіону Чорного моря. Результати відомчого моніторингу своєчасно і регулярно представлялися до Держекоінспекції.

На СБО «Північна» з метою поліпшення процесів біологічної та механічної очистки виконані:

- обладнань ШШЙ аераційної системи аеротенках №2 і капітальний ремонт аераційної системи аеротенках №1;
 - заміна скребкових механізмів на горизонтальних пісכולовках;
- реконструкція переливні пристроїв на скидному каналі, що запобігає перелив очищеної стічної води та затоплення колишніх полів фільтрації.

На КОС «НАТІ» здійснює капітальний ремонт із заміною системи аерації двох модулів КУ-200.

Управління капітальної ремонту міськвиконкому м. Одеси в (2009-2010) рр.. за рахунок бюджетних коштів продовжувало будівництво насосної станції випуску, напірних скидних трубопроводів. Станом на липень 2010 р.

виконані наступні роботи:

- змонтовані приймальні пристрої (чотири резервуара-накопичувача) для збору очищених стічних з існуючого водовідвідного каналу;
- прокладено шість ліній від приймальних пристроїв до насосної станції;
- змонтовано будівлю насосної станції з вантажопідйомним обладнанням;
- споруджений фундамент під насосні агрегати і проведений монтаж восьми насосних агрегатів;
- змонтовані напірний колектор з запірною арматурою, всмоктувальні і напірні трубопроводи насосних агрегатів;
- споруджено будинок диспетчерської розподільного пристрою;
- прокладені ділянки напірних трубопроводів від насосної станції до моря (в районі Балтської дороги), розпочато будівництво камер перемикання у залізниці.

До робіт з монтажу випуску в море підрядні організації ще не приступали. В даний час розробляється проектна документація по новому випуску.

4.2.4 Розробка пропозицій по встановленню «Норм ГДС»

Нормування скидів стічних вод виконується поетапно. Спочатку визначаються нормативні значення концентрацій нормованих показників в очищеному стоці. На їх основі розраховуються часові та річні скиди забруднюючих речовин.

При встановленні допустимих кількісних показників складів скидів керуються проектними значеннями, досягнутими результатами в (2009- 2010) рр.. реальними можливостями очисних споруд з урахуванням специфіки складів неочищених стоків, механізмів протікання процесів біохімічної очистки, а також станом водних об'єктів в місцях скидання і контрольних створах [19].

Показники «завислі речовини», БСКполн, ХСК для СБО «Північна», «НАТІ» нормуються відповідно до вимог правил охорони поверхневих вод від

забруднення зворотними водами, тобто вимоги до відводиться стоку встановлюються на рівні проектних значень для БСКполн і зважених речовин, ХСК – $80 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$. Біогенні елементи (азот амонійний, фосфор розчинних фосфатів) нормуються на рівні їх реально досягаються концентрацій в стоках й урахуванням їх концентрації на вході і за умови виконання співвідношення між БСКполн:N:P=100:5:1 при очищенні. По інших забруднювачів для СБО «Північна» – на рівні реально досягнутих результатів в (2009-2010) рр.. з урахуванням сформованого складу неочищеного стоку в цей період часу. Концентрації сполуки груп азоту, фосфору з неочищеному стоці значно перевищують проектні значення концентрацій цих речовин.

Для ДНС №4, ДНС №5 нормування всіх показників – на рівні досягнутих результатів.

Для КОС «НАТІ» досягнення норм ГДС призначається в два етапи: в першому етапі нормуються всі показники на рівні досягнутих значень в (2009-2010) рр.; у другому етапі – «завислі речовини», БСКполн – на рівні проектних значень, азот амонійний, нітрати, нітроти, фосфати – на рівні реально досягаються на аналогічних біологічних спорудах з урахуванням складу стоку, що приходить на очисні споруди.

Гранично допустимий часовий скидання ($Q_j^ч$, $\text{г} \cdot \text{ч}^{-1}$) по кожному забруднювачі в стоці для кожного випуску розраховується як добуток максимальної годинної обсягу відведених стічних вод (q_j , $\text{м}^3 \cdot \text{ч}^{-1}$) на середню концентрацію і-того інгредієнта ($\bar{C}_{ij}$, $\text{г} \cdot \text{м}^{-3}$):

$$Q_j^ч = q_j \cdot \bar{C}_{ij}, \quad (4.2)$$

де і – найменування забруднюючої речовини;

j – найменування КОС, СБО, ДНС.

Як максимальних часових обсягів прийняті для СБО «Північна» – 15725 м^3 на год; КОС «НАТІ» – $29,0 \text{ м}^3$ за год; ДНС №4 – $698,0 \text{ м}^3$ за год; ДНС №5 – 3135 м^3 за год.

Гранично допустимий річний скид (Q_j^r , т на рік) по кожному забруднювачі в стоці для кожного випуску розраховується як добуток річного обсягу стічних вод (V , м³ на рік) на середню концентрацію інгредієнта ($\bar{C}_{ij}$, г· м⁻³).

$$Q_j^r = 10^{-6} \cdot V_j \cdot \bar{C}_{ij}, \quad (4.3)$$

де 10^{-6} – коефіцієнт переведення маси забруднювача з грамів в тоні.

Інфоксводоканал – комунальне підприємство, що приймає стоки на очистку і постачає населення міста і області питною водою в відповідно до нормативів. Можливе збільшення річних обсягів стоків, утворюються на берегових підприємствах Інфоксводоканал а, в зв'язку з збільшенням обсягів річного водокористування. Тому річні обсяги прийняті за станом на (2009-2010) рр.. з урахуванням збільшення фактичних річних обсягів на 10 %:

- СБО «Північна» – 84,480 млн. м³;
- ДНС №4 - 4,1837 млн. м³; ДНС №5 - 19,1466 млн. м³;
- КОС «НАТІ» - 0,102 млн. м³.

Результати розрахунків «Норм ГДС» по роках для підприємств представлені в табл. 4.3.

4.3 Контроль виконання «Норм ГДС»

Контроль виконання «Норм ГДС» здійснюється лабораторними підрозділами Інфоксводоканала шляхом:

- фіксування годинної витрати стічних вод в момент відбору усереднених проб аналізу;
- визначення концентрацій нормованих показників у відібраних пробах;

розрахунку годинного скидання нормованих забруднюючих речовин.

З огляду на специфіку роботи берегових підприємств, в планах графіках аналітичного контролю передбачити контроль нормованих фізичних і хімічних показників складу стоку [19].

4.4 Екологічна оцінка

З водоохоронної точки зору важливе значення (особливо за обмеженого обсягу інформації) має ступінь наближення значень показника до межі наступного (гіршого) класу. Для визначення цього може бути використана така формула:

$$K_y = K + (A_C - K_{min}) / (K_{max} - K_{min}), \quad (4.4)$$

де K_y – уточнене значення категорії;

K – ціле число категорії якості вод, що відповідає номеру тієї категорії, до якої належить абсолютна величина показника;

A_C – абсолютна величина показника якості вод у пункті контролю;

K_{min} і K_{max} – найменше і найбільше значення діапазону величин категорії якості вод, до якої належить абсолютна величина показника.

Індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників розраховується на основі узагальнення значень категорій наступних групових показників, індекси яких визначаються за додаток А.2:

$$I_{Т-С\text{серед.}} = (I_{КР\text{серед.}} + I_{ОР\text{серед.}} + I_{ЗП\text{серед.}} + I_{БР\text{серед.}}) \div 4, \quad (4.5)$$

де $I_{КР\text{серед.}}$ – індекс показників кисневого режиму;

$I_{ОР\text{серед.}}$ – індекс показників вмісту органічних речовин;

$I_{ЗП\text{серед.}}$ – індекс загальних показників (рН, завислі речовини та ін.);

$I_{БР\text{серед.}}$ – індекс показників вмісту сполук біогенних елементів.

Індекс показників вмісту сполук біогенних елементів ($I_{БР\text{серед.}}$) визначається як:

$$I_{БР\text{серед.}} = (K_{NH4} + K_{NO2} + K_{NO3} + K_N + 2K_{PO4} + 2K_P) \div 8, \quad (4.6)$$

де K_{NH4} , K_{NO2} , K_{NO3} , K_N , K_{PO4} , K_P – категорії за показниками вмісту, відповідно, амонійного, нітритного, нітратного і загального азоту, фосфору,

фосфатів і загального фосфору. Якщо кількість показників, за якими є інформація, менша, у знаменнику ставиться відповідна цифра з урахуванням пропорційного множення категорій по фосфору.

Всі інші індекси розраховуються як середні арифметичні категорій якості показників, які вимірювалися.

Загальна структура побудови екологічної оцінки наводиться на рис. 4.

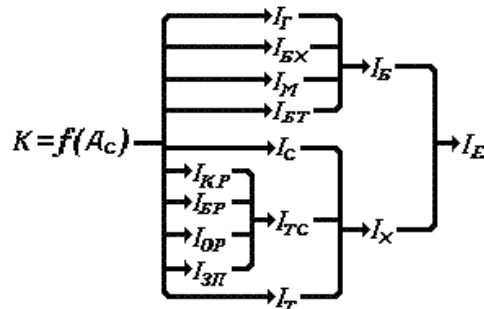


Рисунок 4.4 – Структура побудови екологічної оцінки:

I_{KP} – індекс показників кисневого режиму; I_{OP} – індекс показників вмісту органічних речовин; I_{ZH} – індекс загальних показників (рН, завислі речовини та ін.); I_{BP} – індекс показників вмісту сполук біогенних елементів; I_C – індекс показників сольового складу; I_{TC} – індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників; I_T – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії; I_{Γ} – індекс гідробіологічних показників; I_M – індекс мікробіологічних показників; I_{BX} – індекс показників біохімічних процесів у воді та донних відкладах; I_{BT} – індекс біотестових показників.

Проаналізувавши таблиці 4.4, 4.5, 4.7, 4.8 видно, що скид стічних вод у лиман негативно збагачують його нітритами і фосфором. Такий величезний притік нітритів і фосфору наносять руйнівний удар по екосистемі Хаджибейського лиману. Також із-за сильної циркуляції води при скиді величезних об'ємів води у лиман призводить збагачена киснем його води.

Таблиця 4.4 – Уточнення категорії за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями СБО «Північна» 2009 рік

	Січень	Березень	Травень	Червень
Реакція рН	4	6	4	6
Розс, кисень $\text{мгO}_2 \text{ дм}^{-3}$	1	1	1	1
Нітрити, поN, мг дм^{-3}	3,47	7,00	2,80	2,80
Фосфати, мг дм^{-3}	7,00	7,00	7,00	7,00

Таблиця 4.5 – Індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників СБО «Північна» 2009 рік

	Січень	Березень	Травень	Червень
$I_{KP\text{серед}}$	1	1	1	1
$I_{ЗП\text{серед}}$	4	6	4	6
$I_{БР\text{серед}}$	0,647	0,519	0,191	0,537
$I_{T-C \text{ серед}}$	1,882	2,506	1,730	2,512

Таблиця 4.7 – Уточнення категорії за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями СБО «Північна» 2010 рік

	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Реакція рН	6	6	6	6	4	6	6
Розс, кисень $\text{мгO}_2 \text{ дм}^{-3}$	1	1	1	1	1	1	1
Нітрити, поN, мг дм^{-3}	4,56	4,78	7,00	3,75	7,00	6,16	2,33
Фосфати, мг дм^{-3}	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00

Таблиця 4.8 – Індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників СБО «Північна» 2010 рік

	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
$I_{KP\text{серед}}$	1	1	1	1	1	1	1
$I_{3П\text{серед}}$	6	6	6	6	4	6	6
$I_{БР\text{серед}}$	0,409	0,383	0,744	1,337	0,717	0,510	0,467
$I_{T-C \text{ серед}}$	2,470	2,461	2,581	2,779	1,906	2,503	2,489

ВИСНОВКИ

1. Внаслідок зміни кліматичних умов дефіцит річного прісного балансу Хаджибейського лиману збільшився порівняно з періодом до початку їх прояву (до 1990 р.) вдвічі – з 20,1 до 41,0 млн.м³ на рік.

2. В сучасний період надходження до лиману вод від ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ» майже втричі перевищує стік р. М. Куяльник і компенсує половину річного дефіциту прісного водного балансу лиману.

3. Для запобігання виникненню багаторічної тенденції підвищення рівня води в Хаджибейському лимані у сучасних кліматичних умовах, в середній за водністю рік СБО «Північна» повинна здійснювати скиди в лиман (з витратою 150 тис. м³ на добу) не більше 140 діб на рік.

4. Отримані результати моделювання водного балансу і мінливості рівня води в лимані свідчать, що запропонована модель правильно відображає вплив чинників, які формують водний баланс Хаджибейського лиману, на внутрішньорічну мінливість рівня води у ньому і може бути використана для вивчення різних сценаріїв водного менеджменту, спрямованих на запобігання підвищенню рівня води в лимані до небезпечних позначок.

5. Якщо зовсім не здійснювати скид води з антропогенних джерел (СБО «Північна», ДНС №4, ДНС №5 і КОС «НАТІ») в лиман, а відводити їх до моря, то кожен рік рівень води в лимані буде знижуватись в середньому на 40 см і протягом 10 років рівень води в лимані може знизитись на 4 м.

6. У разі безперервного протягом року скиду води з СБО «Північна» та інших антропогенних джерел в лиман, рівень води в ньому кожен рік буде підвищуватись у середньому на 20 см і за 10 років може підвищитись на 2 м. Для стабілізації рівня води в Хаджибейському лимані та запобігання виникненню багаторічних тенденцій його значного підвищення або зменшення, рекомендується здійснювати скид у лиман вод з СБО «Північна» протягом травня-вересня, а в інші місяці року – в Чорне море.

7. Аналіз стану водного об'єкту в районах скиду стічних вод, показав, що в цілому стан Хаджибейського лиману в районах скиду очищених стічних вод

СБО «Північна», КОС «НАТІ», ДНС№4, ДНС№5 за даними біо-тестування сприятливе. Забруднення водойми в точках скиду являється помірного ступеня з індексом забруднення 1.

8. Погане очищення стічних вод помітно впливає на екосистему Хаджибейського лиману. Із-за недостатнього очищення лиман забруднений нітратами і фосфором, що приводить до зараження зоопланктону. Тому треба приймати рішення, що до покращення очисних споруд, і збільшити їх ефективність. Клас якості води за насиченості киснем одержує індекс1, за забруднення нітратами і фосфором якість води має індекс 7.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тимченко В. М. Эколого-гидрологические исследования водоёмов Северо-Западного Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1990. – 240 с.
2. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана. – К.: Вища шк., 1979. – 143 с.
3. Лиманы Северного Причерноморья / В.С. Полищук, Ф.С. Замбриборщ, В.М. Тимченко и др. – К.: Наук. думка, 1990. – 204 с.
4. Про науково-дослідну роботу водний баланс Хаджибейського лиману за різних умов його існування: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2011р. – 86 с.
5. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. – Одеса: Астропринт, 2003. – 392 с.
6. Розенгурт М. Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. – К.: Наук. Думка, 1974. – 225 с.
7. Паспорт реки Малый Куяльник. – Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. – 130 с.
8. Паспорт реки Свиная. – Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1992. – 62 с.
9. Проект предельно допустимых сбросов загрязняющих веществ, отводимых с возвратными водами предприятий филиала «Инфоксводоканал» во внутренние морские воды Черного моря и реку Днестр. – Одесса: ГП УкрНИИИМФ, 2010. – 209 с.
10. Архів погоди в Одесі (1965-2015 рр.). Метеостанція № 33837 (WMO ID) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tutiempo.net>
11. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). –К.: Ніка-центр, 2010. -316 с.
12. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: Монографія / [Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лобода, О.М. Гриб та ін.], за ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. – Одеса: ТЕС, 2014. – 277 с.
13. Лобода Н.С., Божок Ю.В., Даус М.Є., Отченаш Н.Д. Можливі зміни водних ресурсів Північно-Західного Причорномор'я у ХХІ сторіччі,

установлені на основі даних кліматичних сценаріїв / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку» (18-20 листопада 2015 р.). – Одеса: ТЕС, 2015. – С.68-71.

14. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография / Н.С. Лобода. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.

15. Гопченко Е.Д. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях) / Е.Д. Гопченко, Н.С. Лобода. – К.: КНТ, 2005. – 188 с.

16. Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману: Колективна монографія / Під ред. Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лободи. – Одеса: ТЕС, 2014. – 276 с.

17. Водний баланс Хаджибейського лиману за різних умов його існування: Звіт з НДР заключний (наук. кер.: Є.Д. Гопченко), ДР № 0111U010352. Од. держ. еколог. ун-т. – Одеса, 2011. – 86 с.

18. Сапко О.Ю., Тучковенко Ю.С. Тенденции в изменении антропогенной нагрузки на прибрежные воды Одесского района северо-западной части Черного моря // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Одеса: ТЕС, ОДЕКУ.- 2010.- Вип.9. – С. 173 - 177.

19. Звіт підприємств філії «Інфоксводоканал»

ДОДАТКИ

А.1. Класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод показники	1	2	3	4	5	6	7
Залізо загальне (основна шкала), мкг· дм ⁻³	<50	50 – 70	76 – 100	101 – 500	501 – 1000	1001 – 2500	>2500
Залізо загальне (для північного Полісся, крім рік Горинь, Стир і Случ), мкг· дм ⁻³	<200	200 – 600	601 – 1000	1001 – 1500	1501 – 2000	2001 – 4000	>4000
Ртуть, мкг· дм ⁻³	<0,02	0,02 – 0,05	0,06 – 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Кадмій, мкг· дм ⁻³	<0,1	0,1	0,2	0,3 – 0,5	0,6 – 1,5	1,6 – 5,0	>5,0
Мідь, мкг· дм ⁻³	<1	1	2	3 – 10	11 – 25	26 – 50	>50
Цинк, мкг· дм ⁻³	<10	10 – 15	16 – 20	21 – 50	51 – 100	101 – 200	>200
Свинець, мкг· дм ⁻³	<2	2 – 5	6 – 10	11 – 20	21 – 50	51 – 100	>100
Хром загальний, мкг· дм ⁻³	<2	2 – 3	4 – 5	6 – 10	11 – 25	26 – 50	>50
Нікель, мкг· дм ⁻³	<1	1 – 5	6 – 10	11 – 20	21 – 50	51 – 100	>100
Марганець, мкг· дм ⁻³	<10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 500	501 – 1250	>1250
Миш'як, мкг· дм ⁻³	<1	1 – 3	4 – 5	6 – 15	16 – 25	26 – 35	>35
Фториди, мкг· дм ⁻³	<100	100 – 125	126 – 150	151 – 200	201 – 500	501 – 1000	>1000
Ціаніди, мкг· дм ⁻³	0	1 – 5	6 – 10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	>100
Нафтопродукти, мкг· дм ⁻³	<10	10 – 25	26 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 300	>300

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод показники	1	2	3	4	5	6	7
Феноли (леткі) , мкг• дм ⁻³	0	<1	1	2	3 – 5	6 – 20	>20
СПАР, мкг• дм ⁻³	0	<10	10 – 20	21 – 50	51 – 100	101 – 250	>250
Коефіцієнт донної акумуляції, накопичення важких металів у донних відкладах (КДА), од, ⁻¹	<10	10 – 50	51 – 100	101 – 250	251 – 500	501 – 1000	>1000
Накопичення поллютантів у гідробіонтах, од, ⁻¹	<10	10 – 50	51 – 100	101 – 500	501 – 1000	1001 – 5000	>5000
Індекс забруднення донних відкладів (ІЗД)*	<0,5	0,5 – 1,0	1,1 – 1,3	1,4 – 1,6	1,7 – 1,8	1,9 – 2,0	>2
Кадмій у донних відкладах, мг• кг ⁻¹ сухої ваги*	<0,2	0,2 – 0,3	0,4 – 0,7	0,8 – 1,3	1,4 – 2,0	2,1 – 5,0	>5,0
Свинець у донних відкладах, мг• кг ⁻¹ сухої ваги*	<2,5	2,5 – 5	6 – 15	16 – 30	31 – 60	61 – 200	>200
Мідь у донних відкладах, мг• кг ⁻¹ сухої ваги*	<10	10 – 15	16 – 25	26 – 50	51 – 75	76 – 100	>100
Сумарна бета-активність, 10 ⁻¹² Ки• дм ^{-3**}	<4,4	4,4 – 5,5	5,6 – 7,5	7,6 – 10	11 – 150	151 – 270	>270
⁹⁰ Sr, 10 ⁻¹² Ки• дм ^{-3**}	<0,62	0,62 – 0,75	0,76 – 0,99	1,0 – 3,0	3,1 – 40	41 – 90	>90
¹³⁷ Cs, 10 ⁻¹² Ки• дм ^{-3**}	<0,12	0,12 – 0,25	0,26 – 0,50	0,51 – 5,0	5,1 – 150	160 – 1500	>1500

* попередні. до розробки національних стандартів.

** 1 кюрі (Ки) = 3,7 · 10¹⁰ бекерелів.

А.2. Класифікація якості поверхневих вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод Показники	1	2	3	4	5	6	7
Кисневий режим							
Розчинений кисень, мг O ₂ • дм ⁻³	>8,0	7,6 – 8,0	7,1 – 7,5	6,1 – 7,0	5,1 – 6,0	4,0 – 5,0	<4,0
% насичення	96 – 105	91 – 96	81 – 90	71 – 80	61 – 70	40 – 60	<40
		106 – 110	111 – 120	121 – 130	131 – 140	141 – 150	>150
% насичення у гіполімніоні (для водойм)	>70	70 – 60	59 – 50	49 – 40	39 – 30	29 – 10	<0,10
Гідрофізичні й загальні гідрохімічні							
Завислі речовини, мг• дм ⁻³	<5	5 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 50	51 – 100	>100
Прозорість, м	>1,50	1,00 – 1,50	0,65 – 0,95	0,50 – 0,60	0,35 – 0,45	0,20 – 0,30	<0,20
рН	6,9 – 7,5	6,7 – 6,8	6,5 – 6,6	6,3 – 6,4	6,1 – 6,2	5,9 – 6,0	<5,9
		7,6 – 7,9	8,0 – 8,1	8,2 – 8,3	8,4 – 8,5	8,6 – 8,7	>8,7
Вміст азоту							
Азот амонійний, мгN• дм ⁻³	<0,10	0,10 – 0,20	0,21 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50
Азот нітритний, мгN• /дм ⁻³	<0,002	0,002 – 0,005	0,006 – 0,010	0,011 – 0,020	0,021 – 0,050	0,051 – 0,100	>0,100
Азот нітратний, мгN• дм ⁻³	<0,20	0,20 – 0,30	0,31 – 0,50	0,51 – 0,70	0,71 – 1,00	1,01 – 2,50	>2,50

Клас якості вод	I	II		III		IV	V
Категорія якості вод Показники	1	2	3	4	5	6	7
Загальний N, мгN• дм ⁻³	<1,0	1,1 – 1,5	1,6 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 6,0	6,1 – 10,0	>10,0
Вміст фосфору							
Фосфор фосфатів, мгР• дм ⁻³	<0,015	0,015 – 0,030	0,031 – 0,050	0,051 – 0,100	0,101 – 0,200	0,201 – 0,300	>0,300
Загальний Р, мгР• дм ⁻³	<0,015	0,015–0,030	0,031–0,060	0,061–0,120	0,121–0,200	0,201– 0,300	>0,300
Вміст органічних речовин							
Загальний С, мгС• дм ⁻³	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 12,0	12,1 – 20,0	21,0 – 30,0	>30,0
Перманганатна окислюваність, мг О ₂ • дм ⁻³	<3,0	3,0 – 5,0	5,1 – 8,0	8,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 20,0	>20,0
Біхроматна окислюваність, мг О ₂ • дм ⁻³	<9	9 – 15	16 – 25	26 – 30	31 – 40	41 – 60	>60
БСК ₅ , мг О ₂ • дм ⁻³	<1,0	1,0 – 1,6	1,7 – 2,1	2,2 – 4,0	4,1 – 7,0	7,1 – 12,0	>12,0

