МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут
Кафедра океанології та
морського природокористування

КОМПЛЕКСНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: Мінливість гідрологічних показників Азовського моря

СКЛАД:

1. Мінливість солоності води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь
   Виконавець: РоманюкКатеринаІгорівна
   Керівник: к.геогр.н., доц. Гаврилюк Раїса Володимирівна
2. Мінливість температури води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь
   Виконавець: Ержов Євген Дмитрович
   Керівник: к.геогр.н., доц. Гаврилюк Раїса Володимирівна
3. Мінливість рівня в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь
   Виконавець: Новицький Іван Ігорович
   Керівник: к.геогр.н., доц. Гаврилюк Раїса Володимирівна

Староста роботи: Романюк Катерина Ігорівна

Провідний науковий керівник: к.геогр. н., доц. Гаврилюк Раїса Володимирівна

Рецензент: к.геогр. н., доц. Лужбін Анатолій Михайлович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут
Кафедра океанології та
морського природокористування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Мінливість солоності води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь

Виконала студентка групи МЗО-18
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
Романюк Катерина Ігорівна

Керівник: к.геогр.н., доц. Гаврилюк
Раїса Володимирівна

Рецензент: к.геогр.н., доц. Лужбін
Анатолій Михайлович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут
Кафедра Океанології та морського природокористування
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Океанологія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри_____
_____
"_28" __10_____2019року

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

Романюк Катерині Ігорівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мінливість гідрологічних показників Азовського моря. Мінливість солоності води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь

керівник роботи Гаврилюк Раїса Володимірівна к.геогр.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від "18.10" 2019року №235 «С» п.п.-09
2. Строк подання студентом роботи 16.12.2019р.
3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела з мінливості солоності води в Азовському морі. Дані стандартних гідрометеорологічних спостережень на станції Маріуполь.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз за літературними джерелами та даними спостережень на станції Маріуполь змін солоності води за період 1985-2016 рр. Виявлення тенденцій в змінах солоності води різного часового масштабу – багаторічної, сезоної і синоптичної.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Графіки тимчасової мінливості солоності води за матеріалами спостережень на станції Маріуполь.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання __2019 року_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Одержання завдання на виконання магістерської роботи	28.10.19	90	відм
2	Огляд літератури та підготовка відповідного розділу роботи	29.10-5.11.19	90	відм
3	Розрахунки характеристик мінливості солоності води різного часового масштабу(багаторічної,сезонної, синоптичої)	6-10.11.19	90	відм
4	Аналіз результатів розрахунків характеристик багаторічної та сезонної мінливості солоності води	11-17.11.19	90	відм
5	Аналіз результатів розрахунків характеристик синоптичної мінливості солоності води	15-17.11.19	90	відм
6	Рубіжна атестація	18-23.11.19	90	відм
7	Підготовка тексту магістерської роботи	24.11-1.12.19	90	відм
8	Оформлення магістерської роботи відповідно до вимог	2-8.12.19	90	відм
	Попередній захист	9.12.19	90	відм
	Перевірка на плагіат	13.12.19		
	Рецензування			
	Срок подання роботи на кафедру	6.12.19		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану(як середня по етапам)		90	відм

Студент _____ _____Романюк К.І._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ _____Гаврилюк Р.В._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до комплексної кваліфікаційної магістерської роботи
Мінливість гідрологічних показників Азовського моря

Теми індивідуальних проектів, виконавці і керівник:

1. Мінливість солоності води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь

Виконавець: Романюк К.І.
Керівник:к.геогр.н.,доц.Гаврилюк Р.В.

2. Мінливість температури води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь

Виконавець: Ержов Є.Д.
Керівник:к.геогр.н.,доц.Гаврилюк Р.В.

3. Мінливість рівня в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь

Виконавець: Новицький І.І.
Керівник:к.геогр.н.,доц.Гаврилюк Р.В.

Староста комплексної кваліфікаційної магістерської роботи:
Романюк К.І.
Керівник проекту: к.геогр. н., доц.
Гаврилюк Р.В.

Для виконання роботи використовувались дані спостережень за температурою, солоністю води і рівнем моря на станції Маріуполь. З таблиць ТГМ обирались середні, максимальні і мінімальні за кожен місяць року значення температури, солоності води і рівня моря за період 1985-2016 рр. На основі статистичної обробки рядів спостережень отримано кількісні оцінки мінливості температури , солоності води, а також рівня моря різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної. Отримані оцінки мінливості порівнювались з аналогічними даними з літературних джерел, які включають результати обробки спостережень до 2007 р. Виявлено тенденції змін температури, солоності води і рівня моря на станції Маріуполь за останні роки.

Загальна задача: Аналіз мінливості гідрологічних показників (температури, солоності води, рівня моря) Азовського моря різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної. Проведення порівняльного аналізу мінливості температури, солоності води і рівня моря на станції Маріуполь з наведеними характеристиками мінливості з літературних джерел. Виявлення тенденції змін температури, солоності води і рівня моря на станції Маріуполь за останні роки.

Задача ч.1. Огляд літературних джерел з мінливості солоності води в Азовському морі. Статистична обробка матеріалів спостережень за солоністю води на станції Маріуполь за період 1985-2016 рр. з метою отримання кількісних оцінок мінливості різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної. Аналіз отриманих результатів і їх порівняння з літературними даними.

Задача ч.2. Огляд літературних джерел з мінливості температури води в Азовському морі. Статистична обробка матеріалів спостережень за температурою води на станції Маріуполь за період 1985-2016 рр. з метою отримання кількісних оцінок мінливості різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної.

Задача ч.3. Огляд літературних джерел з мінливості рівня в Азовському морі. Статистична обробка матеріалів спостережень за рівнем моря на станції Маріуполь за період 1985-2016 рр. з метою отримання кількісних оцінок мінливості рівня різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної.

АНОТАЦІЯ

На магістерську роботу по темі «Мінливість солоності води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь» магістра групи МЗО-18 Романюк Катерини Ігорівни

Актуальність обраної теми

Сольовий режим моря є одним з важливих факторів, що обумовлює гідробіологічні умови. Мінливість солоьвого режиму обумовлена як кліматичними факторами, так і антропогеним впливом. Знання характеристик мінливості солености морські води різного часового масштабу – баготорічної, сезоної і синоптичної , представляе інтерес для морської господарської діяльності. Кліматичні зміни, які відбуваються в Азовському морі в останні десятиліття, відображаються і на змінах сольового режиму, що обумовлює актуальність обраної теми магістерської роботи.

Мета роботи

Отримати кількісні оцінки міжрічної, сезоної і синоптичної мінливості солоності води на станції Маріуполь за даними спостережень за 1985-2016 рр. Виконати порівняльний аналіз з літературними джерелами і оцінити зміни сольвого режиму в Азовському морі за останні рокі.

Об'єкт дослідження

Режим солоності води за даними спостережень на станції Маріуполь.

Предмет дослідження

Характеристики мінливості солоності води на станції Марпіуполь різного часового масштабу.

Методи дослідження

При виконанні роботи використовуються традиційні методи досліджень – порівняльний та ретроспективний методи та методи статистичної обробки інформації – кореляційний, регресійний аналізи.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення

Отримано кількісні оцінки міжрічної, сезоної і синоптичної мінливості солоності води за даними спостережень на станції Маріуполь. Новизна магістерської роботи полягає в тому, що за матеріалами спостережень за останні 32 роки представлені оцінки змін характеристик сольового режиму в Азовському морі, які відбуваються в останні роки.

Рекомендації щодо використання результатів роботи за значенням галузі застосування

Кількісні оцінки мінливості солоності води на станції Маріуполь, наведені в магістерській роботі, суттево уточнюють і доповнюють дані з літературних джерел, так як базуються на матеріалах спостережень остнаніх років.

Структура, обсяг роботи

Робота складається з сторінок, вступу, чотирьох розділів, висновку, рисунків, таблиць, літературних джерел.

Ключові слова

АЗОВСЬКЕ МОРЕ, МАРІУПОЛЬ, СОЛОНІСТЬ ВОДИ, МІЖРІЧНА, СЕЗОНА, СИНОПТИЧНА МІНЛИВІСТЬ.

SUMMARY

Master's thesis on "Variability of water salinity in the Sea of Azov according to observations at the station Mariupol" Master of the group MZO-18 Romaniuk Kateryna

Topicality of the chosen topic

The salt regime of the sea is one of the important factors that determines the hydrobiological conditions. The variability of the straw regime is due to both climatic factors and anthropogenic influence. Knowledge of the characteristics of the variability of salinity of seawater of different time scale - multi-annual, seasonal and synoptic, is of interest for maritime economic activity. Climatic changes that have taken place in the Azov Sea in recent decades are reflected in changes in the salt regime, which determines the relevance of the chosen topic of the master's thesis.

The purpose of the work

Obtain quantitative estimates of the interannual, seasonal and synoptic variability of water salinity at the station Mariupol according to the data for the years 1985-2016.

Object of study

Water salinity regime according to observations at Mariupol station.

Subject of study

Characteristics of variability of water salinity at Marpiupol station of different time scale.

Research methods

When performing the work traditional methods of research are used - comparative and retrospective methods and methods of statistical information processing - correlation, regression analyzes.

Results, their novelty, theoretical and practical significance

Quantitative estimates of interannual, seasonal and synoptic variability of water salinity were obtained according to observations at Mariupol station. The novelty of the master's work is that the observations of the last 32 years provide estimates of changes in the characteristics of the salt regime in the Azov Sea, which occur in recent years.

Recommendations for using the results of work by value of the field of application

The quantitative estimates of the variability of water salinity at the station Mariupol, given in the master's thesis, substantially refine and supplement the data from literary sources, as they are based on the observations of recent years.

Structure, scope of work

The work consists of pages, introduction, four chapters, output, figures, tables, literature.

Keywords

SEA OF AZOV, MARIUPOL, WATER SALINITY, INTERANNUAL, SEASON, SYNOPTIC VARIABILITY.

ЗМІСТ

ВСТУП……12

1. КОРОТКИЙ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС АЗОВСЬКОГО МОРЯ…13

2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З МІНЛИВОСТІ СОЛОНОСТІ ВОДИ АЗОВСЬКОГО МОРЯ ……17
2.1 Солоність води……...……17
2.2 Просторовий розподіл……..……20

3. МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ……29

4. МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ МІРІУПОЛЬ……..…30
4.1. Сезонна мінливість солоності води на станції Маріуполь……...…30
4.2 Багаторічна мінливість солоності води на станції Маріуполь.……33
4.3Синоптична мінливість солоності води на станції Маріуполь…....42

ВИСНОВКИ……..46

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ…….……..47

ДОДАТОК…….…..……51

ВСТУП

В умовах глобального потепління, що спостерігається в останні десятиліття, дослідження мінливості гідрометеорологічного режиму морів і їх регіонів значно зросла. Як відомо, кліматичні зміни відбуваються і в Азовському морі. Для морських галузей госпосдарства і екологічного моніторінгу особливий інтерес представляє інформація, перш за все, про гідрологічні показники стану морського середовища – температуру і солоність морської води та рівень моря.

Дослідження мінливості гідрологічних показників Азовського моря проводяться регулярно науковими установами, а їх результати публікуються як в наукових статтях, так і монографіях.

Порт Маріуполь відноситься до одного з найбільш важливих морських портів української частини Азовського моря. Визначення мінливості гідрологічних показників стану морського середовища представляе інтерес для господарської діяльності порту.

В комплексної магістерської роботі представлено результати аналізу мінливості таких гідрологічних показників стану морського середовища, як температура, солоність води і рівень моря за даними спостережень на станції Маріуполь за період 1985-2016 рр. Оцінки мінливості гідрологічних показників різного часового масштабу – багаторічної, сезоної і синоптичної, які представлені в роботі, уточнюють і доповнюють інформацію, що наведена в літературних джерелах, і відображають зміни, які відбулись в останні роки.

1 КОРОТКИЙ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС АЗОВСЬКОГО МОРЯ

Азовське море відноситься до системи Середземного моря Атлантичного океану, в південній частині з'єднується з Чорним морем через неглибоку Керченську протоку.Географічна межа Азовського моря розташовується між крайніми точками: 47 ° 17' пн.ш. і 39 ° 49' східної довготи на північному сході на вершині Таганрозької протоки, 39 ° 18' східної довготи на заході (Арабатська затока) і на півдні Керченської протоки (45 ° 17' пн.ш.) між мисами Такіль і Панагія. Площа поверхні моря без затоки Сиваш і лиманів східного узбережжя за різними оцінками становить 37802-39000 км^2, об'єм води 290 км^3 при середньо-багаторічному рівні [1,2,3,4].

Середня глибина моря 7 м, область найбільших глибин знаходиться в центрі моря (максимальна глибина 14,4 м). Найбільша довжина Азовського моря по лінії коса Арабатська стрілка - дельта Дону складає 380 км, найбільша ширина по меридіану між вершинами Темрюкського і Білосарайської заток - 200 км. Північно-східна частина моря являє собою великий естуарій річки Дон - мілководна і сильно розпріснена Таганрозька затока, на захід від якого північне узбережжя моря поділяється піщано-черепашковими косами на мережу заток, найчисельнішими з них є Бердянський і Обіточна. У західній частині моря піщано-черепашковий пересип Арабатська стрілка відокремлює море від мілководної осолоненної затоки Сиваш. Водообмін між власне морем і затокою Сиваш здійснюється в обмеженому обсязі через вузьку ополонку в Стрілці - протоку Тонкий. Південно-західна частина моря являє собою великі затоки Арабатська і Казантипська, розділені мисом Казантип, а на південному сході розташований естуарій річки Кубань - Темрюкську затоку.

Рельєф дна Азовського моря відрізняється рівністю і плавним збільшенням глибини від берега до центру моря. Системи підводних підвищень (банки, складені переважно ракуша) розташовані біля західного (банки Морська і Арабатська) і східного узбережь моря (банку Железінская). Для підводного берегового схилу на півночі моря розташовано обширне мілководдя (20-30 км) з глибинами 6-7 м .Південне узбережжя відрізняться крутим береговим схилом (до глибини 11-12 м). Ізобата 5 м розташована приблизно в 2 км від берега.

Загальна протяжність берегової лінії Азовського моря становить 2686 км [5]. Для узбережжя Азовського моря характерне чергування корінних ділянок берегових обривів, складених, переважно, пухкими, які легко

піддаються абразії, відкладеннями неогенового і четвертинного віку, з висунутими в море акумулятивними формами («коси Азовського типу»). Відмінною рисою Литодинаміка Азовського моря є надходження великих обсягів наносів біогенного походження в берегову зону і їх відкладення при сприятливих умовах на акумулятивних формах.

Північне узбережжя моря характеризується стрімким берегом (середня висота обривів 7-15 м), а також системою піщано-черепашкових кіс, які збільшуються в розмірах на захід моря. Уздовж усього західного берега моря розташована найбільша акумулятивна форма Азовського моря - піщано-черепашкова коса Арабатська стрілка довжиною 107 - 110 км і шириною 0,27 - 7 км. Східні берега від Темрюка до Приморсько-Ахтарска представляють собою велику дельту Кубані з системою лиманів, проток і плавнів. На північно-східному узбережжі моря берега обривисті з рідкісними піщаними косами. Кримське узбережжя Азовського моря характеризується сильною зрізаністю берегової лінії; миси, складені мшанковими вапняками чергуються з великими затоками і невеликими бухтами.

Основним геоморфологічними процесом в Азовському басейні в даний час є абразія кліфів, пляжів, акумулятивних форм і морського дна. Абразії (із середньою швидкістю 0,1-1,0 м·рік$^{-1}$) схильні приблизно 70% берегів Азовського моря.

В Азовське море впадають дві великі річки Дон і Кубань, які постачають в море 95% сумарного стоку, і 20 малих річок, в основному, в північній частині моря (Берда, Кальміус, Міус, Ея, Обіточна, Молочна і ін.). Середній стік Дону в рік становить 24,4 км^3, Кубані - 11,6 км^3, малих річок північного Приазов'я - 2,1 км^3.

За характером внутрішньорічного розподілу стоку річка Дон відноситься до річок з весняним половіддям і низькою меженню в іншу частину року. Річка Кубань відрізняться стоком тривалим весняно-літнім половіддям і короткостроковими, але з потужними зимовими паводками. В теперішній час стік Дону і Кубані зарегулюванні внаслідок господарчої діяльності.

Загальна площа водозбірного басейну Дона становить 422 тис. км^3, Кубані - 58-59 тис. км^3 [6]. При впадінні в море Дон і Кубань утворюють великі багаторукавності дельти площею 540 км^2 і 4300 км^2 відповідно [4]. У приморській частині дельти річки Кубань по берегах основних рукавів, що впадають в Азовське море (рукав Петрушина і Протока), розташовані 240 лиманів загальною площею 1250 км^2. Морський кордон гирлової області розташована на відстані 3-4 км від морського краю дельти. Загальна площа гирлового узмор'я - 110 км^2.

Протяжність гирлової області Дону складає приблизно 300 км, з яких 140 км припадає на Таганрозьку затоку. Середня ширина Таганрозької затоки становить 37 км, ширина в самій вузької і широкої частин відповідно 37 і 52 км, середня глибина затоки близько 5 м, площа 5240 км^2, об'єм вод 24,6 км^3. Протяжність морської дельти близько 55 км. Водообмін Таганрозької затоки і власне Азовського моря здійснюється через Довжанську протоку, розташовану між косами Довгою і Білосарайської. Довжанську протоку відносить до поперечних, двовимірним протоком, її ширина становить 30 км при середній глибині - 6,6 м, а площа поперечного перерізу - 191800 м^2 [7].

Водообмін з затокою Сиваш здійснюється через протоку Тонкий, але грає незначну роль у водному балансі Азовського моря [2, 4]. В середньому за багаторічний період 1923-2000 рр. відтік вод з Сиваша в Азовське море склав 0,4 км^3, зворотний потік з Азовського моря в затоку Сиваш склав 1,4 км3. Протока Тонкий має вигляд вузької річкової дельти з вершиною, зверненої до Азовського моря, довжина протоки 4 км, середня ширина 100 м, максимальна глибин 4,7-5 м, площа перетину на гідроствор при середньо-багаторічній величині рівня в Геніческу становить 259-265 м^2; при зміні рівня на 10 см площа перетину змінюється на 6,5-7 м^2 [8].

Азовське море розташоване в південній частині помірного кліматичного поясу і його клімат формується, в основному, під впливом великомасштабних синоптичних процесів, а також визначається географічним положенням басейну моря. В осінньо-зимовий час переважної синоптичної ситуації є вплив відрога сибірського антициклону, що проявляється в переважанні вітрів східної чверті. Діяльність середземноморських циклонів характерна в весняний сезон, до літа вона слабшає і основний вплив в липні-серпні надає відріг Азорського антициклону, що забезпечує маловітряну, суху і теплу погоду.

Тепловий баланс Азовського моря в середньому за рік більше нуля в центральній частині моря і менше нуля - в мілководній прибережній частині моря і в Таганрозькій Затоці. Період позитивного теплового балансу для Таганрозької затоки складає близько 3 місяців, збільшуючись до центру моря до 5-5,5 міс. Середньорічна температура повітря над Азовським морем зростає від 9,3-9,5 °С на півночі-сході моря до 11,3 °С - на півдні моря. З огляду на незначну теплоємність моря і його внутрішньоконтинентальне положення, вплив термічних умов Азовського моря на клімат навколишньої території незначний. Різниця процесів нагрівання та охолодження його вод помітно позначається тільки в перехідні сезони (квітень-травень, жовтень-листопад).

Для Азовського басейну характерне переважання вітрів східної чверті, особливо в холодний період року (жовтень-квітень). Повторюваність східних вітрів в середньому за рік становить 19-22% і максимальна в холодний період року (23-36%). Північно-східні вітри спостерігаються дещо рідше, за рік 13-23%, а в зимовий сезон 17-24% від загального числа випадків. Штормовий вітер східних і північно-східних румбів швидкістю більше 15м·с$^{-1}$ в холодний період року має найбільші повторюваність (0,5-3%) і безперервну тривалість (до 200 годин).

Особливостями халінної структури моря є значні просторові і вертикальні градієнти, особливо у фронтальних зонах поблизу Керченської протоки, а також естуаріїв Дону і Кубані, і щодо мало градієнтне поле солоності в центральному і південно-західному районах моря.

Для Азовського моря характерно щорічне поява льоду і його вітрове перерозподіл в холодну пору року (жовтень-квітень). В окремі помірні і суворі зими льодові умови можуть бути дуже складними і судноплавство без підтримки криголамного флоту неможливо. Повне покриття моря припаєм товщиною 50-90 см відзначено взимку 1953-1954 рр. У Льодовитого зими відзначається значна торосистого моря, особливо в західній його частині, в цьому ж районі, як правило, відбувається найпізніше очищення моря від льоду (лютий-квітень, у виняткових випадках перша декада травня).

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З МІНЛИВОСТІ СОЛОНОСТІ ВОДИ В АЗОВСЬКОМУ МОРІ

Метою роботи було огляд літератури багаторічної та сезонної мінливості солоності Азовського моря. Солоність Азовського моря формується в результаті змішування річкових вод Дону і Кубані, солоних чорноморських і сиваських вод, а також під впливом сезонного ходу інших складових водного балансу. Дослідження солоності Азовського моря мають 70-80 річну історію і велися в декількох напрямках. Пріоритетними з них були наступні: режим солоності морської води; визначення внеску різних факторів (кліматичного і антропогенного) в зміни режиму солоності: розрахунок, прогноз і управління солоністю моря.

Режим солоності Азовського моря прийнято розбивати на два періоди: до зарегулювання стоку річок в 1952 р, коли солоність моря визначалася переважно природним режимом стоку річок в море, і сучасні умови формування солоності, коли визначальним був вплив водогосподарських заходів у басейні моря.

2.1 Солоність морської води

Дослідження солоності Азовського моря мають 70-80 річну історію і велися в декількох напрямках. Пріоритетними з них були наступні: режим солоності морської води; визначення внеску різних факторів (кліматичного і антропогенного) в зміни режиму солоності: розрахунок, прогноз і управління солоністю моря.

Режим солоності Азовського моря. Оглядова інформація вивченості халін умов докладно викладена в [1,2]. Режим солоності Азовського моря прийнято розбивати на два періоди: до зарегулювання стоку річок в 1952 р, коли солоність моря визначалася переважно природним режимом стоку річок в море, і сучасні умови формування солоності, коли визначальним був вплив водогосподарських заходів у басейні моря.

1880-1951 рр. Розподіл солоності моря до зарегулювання стоку річок за даними епізодичних зйомок і берегових спостережень представлено в [3, 4, 5, 6], а також наведено в [7, 8]. Н.М. Кніповічем було проведено перше районування моря. На основі аналізу просторового розподілу солоності було виділено 14 районів з різним розподілом солоності, які потім були уточнені П.П. Воронковим [9]. 13 районів, виділені їм за допомогою оцінок

солезапасу, приблизно збігалися з районуванням Книповича. Азовське море розбивалося на Прикерченській район, два райони впливу стоку Кубані (Темрюкську затоку і морське узбережжя рукава Протока), три райони в центрі і на заході моря. Режим солоності інших 7 районів в Таганрозькій затоці і на півночі моря в більшій мірі обумовлений трансформацією річкових вод Дону.

Багаторічна і сезонна мінливість, екстремальні характеристики по роках і районам моря, а також сезонні карти просторового розподілу солоності моря для режиму природного стоку детально розглянуті в [7]. Середньорічні значення солоності в умовно-природний період змінювалися в межах 9,3-11,8‰ для власне Азовського моря і 4,7-8,1‰ - для Таганрозької затоки. Схема районування моря [9] широко застосовувалася і в подальших дослідженнях [10, 11, 12, 13, 14].

Режим солоності моря після зарегулювання стоку річок розглянуто в довідкових посібниках [7,8,1] і статтях [11,13, 14, 15, 16, 17,], в тому числі за останні 15 років [18, 19, 20, 21, 22]. З огляду на різний рівень антропогенного впливу і кліматичну мінливість за 1952-2007 рр., можна виділити 4 періоди з різноспрямованими тенденціями в багаторічних змінах солоності [1, 20]. При цьому останній 30-річний період (1977-2007 рр.) Характеризується зменшенням солоності моря до величин, характерних для природного режиму стоку річок в море. В [1] запропоновано нову схему районування, що включає 9 районів моря. В основу такого поділу було покладено метод виділення однорідних областей по солевмісту [23]. З наведеної в результаті районування карти розподілу солоності слід, що найбільш істотно змінилася солоність північної і центральної частин моря, де було виділено великий район змішання азовських рік з водами чорноморського походження і Таганрозької затоки. Питання просторової мінливості солоності в прибережній зоні Азовського моря, способи її визначення та їх точність, а також оптимальне розміщення пунктів спостережень за солоністю викладені в роботах [24, 25].

В одній з останніх робіт [19], присвяченій екологічним проблемам моря, докладно розглядається в різних аспектах сучасний процес распресненія моря в 1977-2003 рр. Авторами розглянуті основні особливості формування солоності Азовського моря під впливом річкового стоку, а також проаналізовані природні та антропогенні причини сучасного зменшення солоності моря. Фактори, що визначають формування солоності моря. Це питання розглядають практично всі дослідники. Найбільш докладно вплив різних процесів, що формують солоність моря, показано в [2,25] із застосуванням методу кореляційного аналізу. Відзначено, що значний

солезапас моря є причиною великої інерційності процесу формування солоності морської води. Найбільший вплив на солоність Азовського моря в поточному році має стік річок за 6-8 попередніх років. А.М. Бронфман [25] виділив в міжрічних коливаннях солоності 12 річний і 2-3-річний цикли. Причому 12-річний цикл він пов'язував з підприєм або активізацією водообміну через Керченську протоку під впливом 10-15-річної низькочастотної ритміки коливань рівня системи «Атлантичний океан - Середземне море - Чорне море», при стоці річок в Азовське море, що не перевищує 40 км·год$^{-1}$. В роботі [13] той же автор вважав вирішальним фактором осолоненя моря зниження азовської складової водообміну через Керченську протоку, за умови, що скорочується стоку річок.

Вплив антропогенного чинника на режим солоності моря в результаті зміни величин складових водного і сольового балансу моря, сольового складу вод річок та моря детально розглянуті в [13, 26]. Основну роль грає величина безповоротного водоспоживання на водозборі річок, що впадають в море, яка різниться у різних авторів: в період максимального вилучення сток (1975-1985 рр.) вона становила від 9,7 км^3·рік$^{-1}$, -11 км^3 ·рік$^{-1}$ [27] до 16,1 км^3 ·рік$^{-1}$. У середньому, за період 1952 - 2000 рр. Величина безповоротного вилучення стоку річок в море склала 7,6-7,8 км^3 ·рік$^{-1}$ [21]. При умовах природного стоку річок, солоність моря, як показано в [26], була б нижчою за сучасну на 0,8‰. Кліматична мінливість складових водного балансу моря, зокрема материкового стоку, істотно впливає на солоність моря. А.М. Бронфман [13] проаналізував зміни коефіцієнта загальної зволоженості басейну р. Дон і показав зменшення солоності моря зі збільшенням цього коефіцієнта.

Зв'язок сучасного розпріснення моря з багаторічними коливаннями атмосферної циркуляції в типізації Г.Я. Вангенгейма розглядається в [18, 19]. Відзначено переважання в холодний період року західній і північній форм атмосферної циркуляції (WC і C + W), зроблено висновок про переважно кліматичному внесок у зменшення солоності моря за сучасний період (1977-2007 рр.). Антропогенний безповоротне вилучення стоку за останні роки, на думку авторів [19], також зменшилася, приблизно в два рази - 1,1 км^3 ·рік$^{-1}$ для стоку р. Кубань і до 6,5 км^3 ·рік$^{-1}$ для р. Дон.

Методи розрахунку і прогнозу солоності моря. Перші математичні моделі розрахунку середньої солоності Азовського моря базувалися на спільному рішенні рівнянь сольового і водного балансу для стаціонарних умов [10,14,28,29] і несталого режиму [2,15,30, 31, 32, 33, 34]. Ухвалювалося допущення, що стік річок і водообмін через протоку змінюються лінійно. Основні проблеми такого підходу пов'язані з неможливістю визначення статистичних характеристик солоності [35], а також складністю обліку

сольового обміну між Азовським і Чорним морями. водообмін через Керченську протоку розраховувався в вигляді емпіричних залежностей від стоку [15,26, 34,] або різниці рівнів [36]. З огляду на неточності визначення інших складових водного балансу (випаровування та опадів), невязка розрахунку солоності моря порівнянна з величиною результуючого водообміну через протоку [37].

Для Таганрозької затоки розподіл солоності визначалося або балансовим методом для нестаціонарних умов [31], у вигляді експоненційної залежності поширення річковий струменя в море [33,38,39], або за емпіричною залежності солоності Таганрозької затоки від стоку Дону, солоності Азовського моря і солоності вод затоки в попередній рік [40, 41]. Фізико-статистична модель солоності і її оптимальний лінійний прогноз для стаціонарного і нестаціонарного режимів розглянуто в [42] в рамках теорії кореляційних процесів. Регресійна модель солоності Азовського моря, отримана методом множинної кореляції, наведена в [25, 43].

Ф.А. Сурков і А.М. Бронфман [13,44] використовували іміта онную модель солоності Азовського моря, засновану на обчисленні солезапаса і солоності для 8 характерних районів з дискретністю 5 діб. Водообмін і солеобмен між районами рассчіти. вався за емпіричною залежності відхиленні рівня моря від напрямку і сили вітру [45], водообмін через Керченську протоку - за методом [46]. Цей підхід, що складається в поданні моря як системи районів (боксів або компартментов) і вирішенні рівнянь водного і сольового балансу для кожного району, використовувався і в подальших дослідженнях [45].

Двовимірна чисельна модель розрахунку середньої по вертикалі солоності моря на рівномірній сітці з кроком 10 км, без урахування водообміну через припливи і стоку Кубані, представлена в [47]. У всіх прогностичних моделях розрахунку солоності адекватний прогноз залежить у великій мірі від конструювання рядів ймовірного припливу вод. З огляду на цей факт, а також різні підходи до розрахунку змін середньорічної солоності моря, розраховані величини майбутньої солоності істотно відрізняються у різних авторів.

2.2 Просторовий розподіл

Солоність Азовського моря формується в результаті змішування річкових вод Дону і Кубані, солоних чорноморських і сиваських вод, а також під впливом сезонного ходу інших складових водного балансу (опадів і випаровування) [2]. Водний і сольовий обмін через Керченську протоку

визначається регіональними вітровими умовами і низькочастотними коливаннями рівня в суміжних басейнах. Мінливість солеутворюючих чинників обумовлена загальною циркуляцією атмосфери і антропогенних перетворенням стоку основних річок (безповоротним водоспоживанням і перетворенням внутригодового режиму стоку). Наслідком вищевказаних чинників для халін режиму Азовського моря є істотна сезонна і міжрічної мінливість, а також значні просторові відмінності солоності - від 0,0 ‰ у Таганрозькій затоці до 18,0 ‰ у Керченській районі і 35‰ у протоці Тонкий, у Геніческа .

Основний вплив на формування режиму солоності Азовського моря надає інтенсивність обміну азовськими і чорноморськими водами через Керченську протоку, яка залежить від мінливості складових водного балансу моря (переважно від сумарного річкового стоку в Азовське море), а також рівневого режиму в системі морів «Середземне-Черное- Азовське »[13].

Горизонтальний розподіл солоності і фронтальні зони. Спільною особливістю горизонтального розподілу солоності в Азовському морі є наявність великомасштабних фронтальних зон Істоковий фронтів в Таганрозькій і Темрюкському затоках - гирлових областей Дону і Кубані. До великомасштабним фронтальним зонам, існуючим круглий рік, можна віднести район поблизу Керченської протоки, де істотно вплив адвекции чорноморських вод [19].

Середньомасштабні фронтальною зоною є обмежений за площею район моря близько протоки Тонкий (Геніческ), де позначається вплив адвекции солоних сиваських вод. Фронтальні розділи, що виникають короткочасно і не щороку в гирлах малих річок Азовського моря, а також навесні в західній частині моря, в місцях танення льодів, можна віднести до дрібномасштабним фронтальним зонам.

Центральна частина Азовського моря зайнята досить однорідною водною масою. Сезонний хід основних солеутворюючих факторів (стоку річок, випаровування і водообміну через Керченську протоку) призводить, в основному, до зміни площ зон поширення трансформованих річкових і чорноморських солонуватих вод, а також до зміни величин солоності і локалізації центральної водної маси [36]. Солоність центральної водної маси за період 1952-2007 рр. змінюється в інтервалі 10-12‰ і характеризується незначною внутрішньорічної мінливістю.

У червні-вересні в поверхневому шарі на великій частині акваторії власне Азовського моря переважають води зі зниженою солоністю 10-11,5‰, а в травні, жовтні та листопаді солоність центральної водної маси трохи більше - 11,5-12,5‰. Найбільші горизонтальні відмінності солоності (до 10-

12 характерні для Таганрозької затоки і спостерігаються в усі ті роки. Пояснюється це наявністю сильного опріснювати (р.Дон), а також циркуляцією вод, викликаної сгонно-нагінні дією вітру.

Фронтальна зона в Таганрозькій затоці. Великомасштабна фронтальна зона і фронтальні розділи в Таганрозькій існують протягом усього року. Як правило, виділяють вона в Таганрозькій затоці, що відрізняються за розмірами солевмісту, просторових і вертикальних градієнтів солоності [48].

В окремі роки і сезони розміри, розташування і величини солоності в цих районах можуть значно змінюватися в залежності від стоку р. Дон, водообміну Таганрозької затоки з власне Азовським морем через Довжанський протоку, сгонно- нагінних коливань рівня моря, сезонного ходу інших компонент водного балансу Таганрозької затоки і Азовського моря.

Різниця в солоності між вершиною Таганрозької затоки (гирло р. Дон) і Довжанська протокою досягає 8-11,5‰, при збільшенні солоності від гирла Дону до протоки. Максимальна різниця в солоності (11,5‰) за 1986-2007 рр. спостерігалася 20-22 / 07/1988 придонному шарі, а мінімальний контраст в солоності між кордонами затоки (7-7,5‰) - у червні 1989 р

У квадратах 3, 4, 9 (район VIII а за класифікацією [1]), найближчих до дельті Дону, розташована зона найбільш опріснених вод. В квадраті 4, розташованому поблизу гирла Дону, середньорічна солоність за період 1977-2007 рр. становила 0,91‰, змінюючись від 0,71‰ в літній сезон до 1,64‰ восени. У квадратах 3, 9 солоність змінювалася від 1,67‰ у весняну повінь до 3,69‰ в осінньо-зимову межень. Слід зазначити, що навіть у цих квадратах Таганрозької затоки, внаслідок адвекции азовських вод при сильних нагонах можливі значення солоності до 9,35‰ у квадраті 4 і 10,84-11,07‰ у квадратах 3, 9. За даними гідрологічних зйомок за 1986-2007 рр. адвекція таких щодо солоних вод відзначалася лише одного разу - 10-12 / 1/1987. Після дії вітрів західних румбів з середньою швидкістю 10-13 м / с солоність в районах, що примикають до дельті Дону становила 3-5‰.

У квадратах 2, 8 (район VIII), в даний час (1977-2007 рр.) переважають води з солоністю 4-8‰. В середньому, значення солоності для цих квадратів затоки становлять 5,91‰ в літній сезон і 6,80‰ у весняний гідрологічний сезон (квітень-травень). Солоність Тут може змінюватися в широких межах: від величин, характерних для практично прісної води (1,52‰), що проникає в цей район при зганяннях, до значень солоності, характерною для азовських вод (12,23-12,88‰). За останні роки (1986-2007) вода азовського походження, з солоністю 8-9,5‰ в поверхневому шарі і 9-10,5‰ в придонному, спостерігалася одного разу - 20-22/07/1988. Мінімальні значення (3,5-4,5‰) в квадратах 2, 8 спостерігалися в червні 2001 і 2004 рр.

Поблизу Должанського протоки розташований район VII (квадрати 1, 7), де відбувається основний водо- і солеобмін Таганрозької затоки з Азовським морем. Течії в протоці мають складну багатошарову природу, постійно спостерігаються слабкі стокові течії, спрямовані із затоки в море, зі швидкістю 0,5-1 см·с$^{-1}$, а також вітрові та компенсаційні течії, які утворюються при дії сгонно-нагінних вітрів. Між Таганрозьким затокою і Азовським морем відбувається досить інтенсивний водообмін: річний обсяг потоку вод з Таганрозької затоки в Азовське море, розрахований воднобалансових методом для зарегульованого стоку р. Дон, становить 72,4 км^3, а в зворотному напрямку через Довжанський протоку переноситься 53,6 км^3 води [48].

Середньорічна солоність в районі Должанського протоки за 1977-2007 рр. становить 8,76‰. Особливістю розподілу солоності в районі VIII є наявність значних горизонтальних градієнтів (до 0,5 км) поперек Должанського протоки. 1 сильних нагінних вітрах на більшій частині акваторії району переважає азовська вода, в основному, з найближчих до протоки районів Азовського моря, у виняткових випадках можлива адвекція вод азово-чорноморського походження (з солоністю до 13,97‰) з центрального району моря. За останні 20 років, у зв'язку зі значним розпрісненням Азовського моря, максимальна солоність в районі Должанського протоки становила 11,0-11,5‰ (липень 1988р.). При зганяючи вітрах в водообмене з Азовським морем може брати участь сильно опріснення вода. Мінімальна солоність за даними зйомок, що проводилися в 1986-2007 рр. становила 5-7% (червень 2001 і 2004 рр.). Опріснені води поширюються в сторону відкритого моря, в залежності від переважаючого вітру притискаючись до північного або південного берегів Таганрозької затоки. При цьому солоні води рухаються у зворотному напрямку вздовж протилежного берега або по центру затоки [8,9,10,34,48]. В останні 20 років найчастіше спостерігалося поширення прісних вод уздовж північного берега, а солоних - вздовж південного, наприклад, в квітні-травні 1986-1987 рр., червні 1989 і 1998 рр., серпні 2003 р вздовж південного берега прісні води поширювалися в липні 1995 року і в червні 2004р.

Фронтальна зона на узбережжі рукавів р. Кубань. В районі трансформації стоку Кубані (район II в довідковому посібнику [1]), солоність практично завжди нижче, ніж в центрі моря, за винятком травня і вересня. На кліматичних картах солоності фронтальна зона, розташована в Темрюкському затоці, має максимальні розміри в січні-березні, липні та жовтні.

Основний стік р. Кубань розподіляється між двома рукавами - Петрушин та Протокою. Розподіл річного стоку по рукавах залежить, в основному, від сумарного стоку р. Кубань. В даний час річний стік р. Кубань за основними рукавах дельти розподіляється наступним чином: 45-50% сумарного стоку річки надходить в рукав Протока і 50-55% - в Петрушин рукав [48].

Площі і обсяги опріснених зон (солоність менше 9‰) у рукавів дельти Кубані залежать в основному від обсягу стоку Кубані, солоності Азовського моря і сгонно-нагінних коливань рівня моря. При середньому стоці Кубані в 11,9 км^3, для умов зарегульованого стоку, площа опріснених зон на узбережжі Кубані змінюється від 38,8 до 72,8 км^3 при середній величині 55,2 км^2. Для умовно-природного режиму моря, при середній солоності Азовського моря 10,5‰, сумарна площа опріснених зон становить 160 км^2 [49].

Прісні води р. Кубань, що володіють меншою щільністю, ніж азовоморскіе води, розтікаються в верхньому шарі морського узбережжя при маловітряна умовах у вигляді області напівеліптичними форми велика піввісь, спрямованої по стоковому течією. Солоність збільшується в поздовжньому напрямку від гирла до моря і в поперечному - від стрижня до периферії стокового течії. Горизонтальні градієнти солоності в зоні поширення струменя складають 0,5-1,5‰·км, зменшуючись з відстанню від берега або від стрижня струменя стокового течії [48, 50].

При нагонах площі опріснених зон зменшуються в кілька разів і притискаються до усть рукавів Кубані. При інтенсивної вітрової активності можливі відсікання і дрейф опріснених зон в відкриту частину Азовського моря у вигляді лінз. При зганяннях площа опріснених зон збільшується. Для Штильних умов характерна наявність в дрібних бухтах значних по площі опріснених зон зі слабкою циркуляцією у так званих застійних зон 135. Середні площі таких зон (з солоністю менше 6.79%) у Петрушина рукави і рукава Протока в 1966-1976 р. становили 5,3 і 6,5 км^2 відповідно.

Фронтальна зона в районі у Керченської протоки. Фронтальні розділи між азовськими і чорноморськими водами поблизу Керченської протоки спостерігаються в будь-який сезон року. Утворено фронтальної зони сприяє значний обсяг припливу води в море через Керченську протоку протягом року, який можна порівняти зі стоком річок в Азовське море (за 1923 - 1998 рр. - 33,30 км^3·рік$^{-1}$). Середній багаторічний річна повторюваність чорноморських течій в північній вузькості Керченської протоки за період 1954-2004 рр. склала 46%.

Солоність вод, що надходять в Азовське море через північну вузькість Керченської протоки, може змінюватися в широких межах - від солоності, характерною для азовських вод (9,55-13,0‰) в 49,3% випадків спостережених чорноморських течій, до солоності, відповідної чорноморській воді найближчого до протоки району (понад 17‰) в 11,3% випадків. Адвекція чорноморських вод солоністю більше 17‰ можлива в будь-який місяць і спостерігається майже щороку, але найчастіше в Азовське море з Керченської протоки надходить трансформована вода з солоністю 13,0-17,0‰, що утворюється в результаті змішування азовських і чорноморських вод на акваторії Керченської протоки (на південь від північної вузькості). Повторюваність присутності вод такого походження в північній вузькості протоки за 1977-2007 рр. склала 39,4% від загального числа спостереженні. В середньому, різниця в солоності між водою, що надходить і протоки, і азовської водою становить від 0,8‰ у весняно-літній сезон до 2,5‰ у осінні і зимові місяці. Внаслідок цього, різниця в солоності вод між прикерченскім і центральними районами Азовського моря рідко досягає 2‰, звичайно вона залишає 0,5-1,5‰.

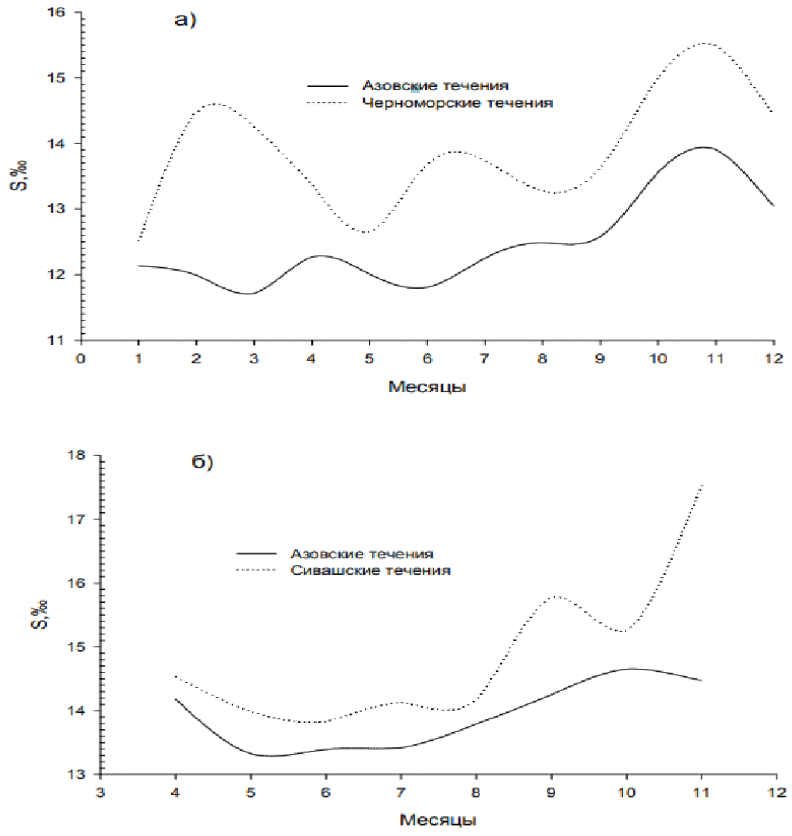

Рис. 2.2.1. Сезонний хід солоності за 1977-2007 рр.: а) азовських та черноморських течій у південній вузкості Керченської протоки; б) азовських та сивашських течій у протоці [51]

У разі стійких чорноморських течій основний струмінь вопи рухається вздовж осі протоки з середньою швидкістю 13-24 см·сек$^{-1}$. Пройшовши північну вузькість Керченської протоки, чорноморські течії в Азовському морі втрачають свою швидкість. Солонувата, трансформована в протоці, чорноморська вода поширюється в північному напрямку до центральної частини Азовського моря у вигляді вузького мови, відхиляючись потім в західному напрямку. Води чорноморського і чорноморсько-азовського походження стратифіковані по вертикалі, різниця в солоності між поверхнею і дном становить в середньому 0,5‰

При тривалій адвекції вод з Чорного моря через Керченську протоку сильно трансформована чорноморська вода може досягати центральних районів моря, по крайней мере, в квадратах 26 і 19 вона спостерігається регулярно. Область поширення солонуватих чорноморських вод поблизу Керченської протоки, з середньою солоністю 13-14‰, найбільші розміри має в весняний (квітень-травень) та осінній (вересень-листопад) сезони.

При зміні вітру або маловітряна умовах в північній вузькості протоки спостерігаються змішані течії. Як правило, чорноморські течії спостерігаються в придонному шарі і у кавказького берега, а азовські - в поверхневому шарі у кримського берега. Іноді в таких випадках можлива поява циклонічного вихору біля входу в протоку з боку Азовського моря (24.09.1969) [15, 52]. За період 1977-2007 рр. води чорноморсько-азовського походження з солоністю 13,85-14,08‰ спостерігалися в Керченській Приазов'ї тільки в осінній гідрологічний сезон (9,38% від загального числа гідрологічних спостережень). Адвекція вод з Керченської протоки в Темрюкську затоку можлива в будь-який сезон року, в таких випадках в затоці спостерігається слабо трансформована чорноморська вода (16,81‰).

Фронтальна зона у протоки Тонкий. Водообмін з затокою Сиваш через протоку Тонкий відбувається в обмеженому обсязі. Обсяг надходять в Азовське море і Утлюкський лиман сиваських вод, в середньому за багаторічний період 1923-2000 рр., Становить 0,37 км^3, проте на кліматичних картах розподілу солоності води в квадраті 29 (район III за класифікацією [9]), виділяється фронтальна зона, викликана регулярними притоками солоних сиваських вод через протоку Тонкий.

Введення і експлуатація Північно-Кримського каналу, скидання дренажно-поливних вод з рисових полів в даний час істотно змінили сольовий і водний баланс затоки Сиваш. Обсяг стоків, що скидаються прісних вод за даними [53,54] становив 0,6-0,8 км^3 або приблизно 30-40% від обсягу води всього затоки Сиваш (2 км3). За період 1975-2007 рр. солоність в

північній і середній частинах затоки Східний Сиваш зменшилася в 2-3 рази, в порівнянні з природним режимом. Негативний кутовий коефіцієнт лінійного тренда солоності на МГП Чонгарській міст в зал. Східний Сиваш склав за 1975-2007 рр. величину -0,61м·рік$^{-1}$. Починаючи з 1998 р, відзначаються найнижчі середньорічні значення солоності в зал. Східний Сиваш (від 20,56% у 2003 р. до 17,52% у 2006 році).

У листопаді-грудні 2007 року, за даними спостережень на МГП Чонгарській міст, в зал. Східний Сиваш були відзначені найменші за весь період спостережень середньомісячні значення солоності води, що становлять 13,74-14,86‰.

На зменшення солоності зал. Сиваш, крім антропогенних причин, можливо, впливає і зменшення солоності вод власне Азовського моря, що надходять в затоку через протоку Тонкий. Обсяг цих вод в середньому становить 1,35 км^3, тобто більше половини всього обсягу вод затоки, тому зменшення кількості солей, що надходять при адвекции з азовськими водами, може бути ще одним з основних факторів, що викликають распресненіе Сиваша. Так наприклад, середньомісячна солоність вод Азовського моря в Генічеську в травні-липні 2005-2007 рр. і грудні 2007 р. змінювалася в межах 9,33-9,91‰.

Незважаючи на зменшення солоності затоки Східний Сиваш, в цілому солоність сиваських вод навіть в останні роки на 4-12% перевищує солоність Азовського моря в районі Генічеська. У протоці Тонкій солона сиваська вода змішується з азовської водою. Солоність сиваських течій в протоці приблизно в половині випадків (за період 1977-2007 рр.) Змінюється в інтервалі від 12‰ до 15‰. Різниця між середньою солоністю сиваських і азовських течій в протоці змінюється від 0,4‰ навесні до 3,0‰ у осінній сезон. Повторюваність присутності в протоці води сиваського походження з солоністю більше 17‰ становить не менше 35%.

В Азовському морі біля протоки Тонкий (квадрат 15) вода сиваського походження спостерігається рідше - в 1% випадків від загального числа спостережень. Максимальна за останні 30 років солоність 18,77% спостерігалася в 1985 р Трансформоване вода Сиваський-азовського походження з солоністю 14-17‰ спостерігається частіше - в 8,1% випадків. У весняний сезон, в квадраті 15, а також в районах моря у Арабатської стрілки, після суворих зим можливо інтенсивне танення льоду як приносних, так і місцевого походження. У таких випадках, наприклад - в березні-квітні 1954 році, лютому 1968 р квітні-травні 1973 року квітні 1984 р солоність у відкритих районах західної половини моря може зменшуватися до 6,72-8,60%. Припущення, зроблене в [19] про те, що в даний час водообмін з

затокою Сиваш надає не осолоняються, а опріснювати вплив на найближчий район Азовського моря, не вірно. Солоність Азовського моря в його північно-західній частині, у протоки Тонкий (квадрат 15), за останні роки приблизно на 0,4-0,5‰ перевершує солоність центральних районів моря.

3 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ

Станція Маріуполь є гідрометеорологічною станцією 1-го розряду і знаходиться в Таганрозькій затоки, а її координати є такими – $47^0 26'$ півн.шир., $37^0 29'$ східн.довг. Спостереження на станції почалися з 1916 року і продовжуються по теперішний час. Відбір проб води для визначення солоності робиться один раз на добу. Для визначення солоності води використовується сольомір. Дані спостережень містяться в таблицях ТГМ [56]. Для аналізу мінливості солоності води з таблиць ТГМ обирались середні місячні, максимальні і мінімальні значення солоності води за кожен місяць року за період спостережень 1985-2016 рр. Наведені в літературних джерелах дані про мінливість солоності води в Азовському морі базуються на даних спостережень, які закінчуються 2007 роком. Ряди, які використовувались для виконання магістерської роботи включають спостереження останніх років, їх тривалість складає 32 роки і є достатньою для порівняльного аналізу і оцінки кліматичних змін солоності води в Азовському морі на прикладі станції Маріуполь. Вихідні данні з середніх, мінімальних та максимальних значень солоності води за період 1985-2016рр. наведено у додатку.

Для визначення кількісних оцінок мінливості солоності води різного часового масштабу використовувались стандартні методи статистичної обробки рядів спстережень - програма SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) [55]. Використовувався ретроспективний і порівняльний аналіз особистих досліджень з приведеними в літературних джерелах даних.

4 МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ МАРІУПОЛЬ

4.1 Сезонна мінливість солоності води на станції Маруполь

Сезонний хід міжрічної мінливості солоності в даний час на більшості станцій узбережжя (Небезпечне, Мисове, Бердянськ, Маріуполь) виражений слабо. Виняток становить МГС Геніческ, де спостерігаються найбільші амплітуди сезонного ходу СКВ міжрічної мінливості з двома максимумами в березні і листопаді (σ = 2,0-3,5 ‰) і мінімумом в липні-серпні (σ = 1,3-1,5 ‰). Наявність сезонного ходу в Геніческу пов'язано з мінливістю потоку солоної сивашською води через протоку Тонкий. На східному узбережжі моря максимум міжрічної мінливості в Темрюк припадає на січень (σ = 2,5 ‰), а в Єйську - на червень (σ=2,0‰).

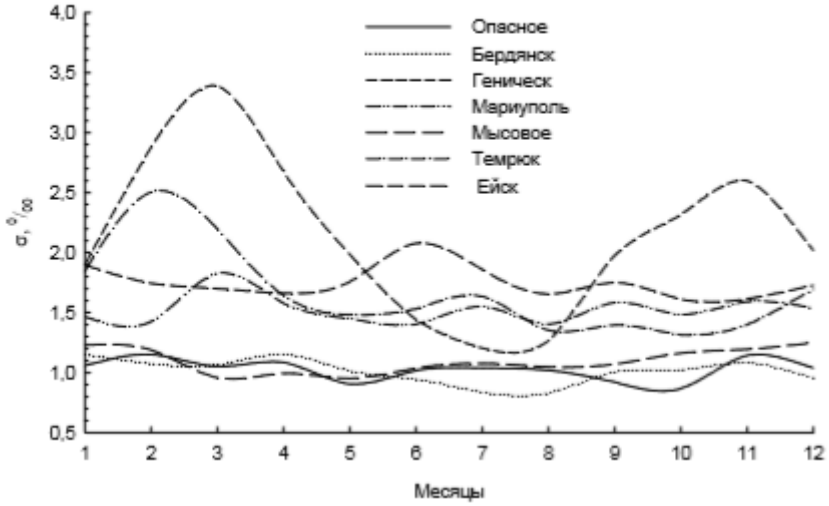

Рис.4.1.1 - Сезонний хід СКВ міжрічної мінливості солоності води (σ, ‰) за даними спостережень на берегових пунктах Азовського моря за 1952-2007 рр. [1]

У просторовому розподілі міжрічної мінливості максимальні величини (σ = 1,5-2,5 ‰) відзначаються у фронтальних зонах трансформації річкових вод - в Таганрозькій і Темрюкському затоках, а також у протоки Тонкий (МГС Геніческ)[1]. У центральній і західній частині власне Азовського моря міжрічної мінливість в будь-який сезон року не перевищує 0,75-1 ‰, в східній частині мінливість трохи більше 1,0-1,25 ‰. Просторовий розподіл синоптичної мінливості солоності, якщо оцінювати за даними берегових станцій, аналогічно міжрічної мінливості. Максимальні значення СКВ (σ = 1,0-1,25‰) спостерігаються в Таганрозькій затоці (МГС Маріуполь), в районі

Керченської протоки (МГС Небезпечне) і обумовлені атмосферними впливами синоптичного масштабу, а також сгонно-нагонними коливаннями рівня моря.

У районах розташування станцій власне Азовського моря (МГС Бердянськ, Мисове) синоптична мінливість не перевищує 0,25-0,5 ‰[2]. Максимум СКО синоптичного діапазону доводиться на холодний період року (листопад-березень), а мінімум відзначається в літні місяці (червень-серпень). Існуюча дискретність вимірювання солоності на берегових станціях (1 раз на добу), а також невелике число багатодобових станцій у відкритих районах моря, не дозволяють отримати просторовий розподіл мінливості мезомасштабної діапазону по всьому морю. Виняток становлять Таганрозький і Темрюкську затоку, де спостереження на багатодобових станціях проводяться регулярно і тривалий час, тому можна отримати статистично достовірні оцінки. Особливістю цих заток Азовського моря є значна за величиною мезомасштабна мінливість солоності, особливо в зонах надходження річкових вод. У Таганрозькій затоці мезомасштабна мінливість майже однорідна по вертикалі, величина її СКВ становить в зимовий сезон 0,2‰, а в інші пори року 0,3-0,35‰. Навесні (квітень-травень) в поверхневому шарі спостерігається максимум мінливості (0,4‰), викликаний паводком Дона [3].

У Темрюкської затоці величина СКВ мезомасштабної діапазону істотно більше, ніж в Таганрозькій затоці, і, можливо, найбільша у всьому море. У придонному шарі вона становить в середньому 0,4 ‰ при відносно мало виражені сезонному ході. Зі зменшенням глибини мезомасштабна мінливість збільшується, досягаючи максимуму СКВ 1-1,2‰ в поверхневому шарі в період паводку Кубані, в березні-червні [4]. На величину мезомасштабної мінливості в Темрюкської затоці, крім надходження і трансформації річкових вод Кубані, безсумнівно, впливає адвекція чорноморських вод через Керченську протоку протягом усього року [5].

Наступним ходом в роботі було побудування графіку сезонного ходу солоності за різні періоди. Перший період – вихідні дані з 1985 по 2016рр., а другий взятий із підручника для порівняння з 1952 по 2007рр.

Таблиця 4.1.1 Середньомісячні значення солоності води на МГС Маріуполь за період 1985-2016 рр.

Міс / Х-ки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
сер	7,91	7,92	7,78	7,72	8,23	8,66	9,25	9,3	9,04	8,51	7,87	7,88	8,35
мін	4,24	4,19	3,5	4,5	4,4	5,68	6,72	6,95	5,69	5,67	5,1	5,05	6,25
макс	11,95	11,54	12,01	12,03	12,27	12,56	13,59	12,78	12,13	12,52	12,45	11,71	11,44
скв	1,66	1,5	1,86	1,65	1,47	1,44	1,55	1,43	1,55	1,5	1,57	1,54	1,22

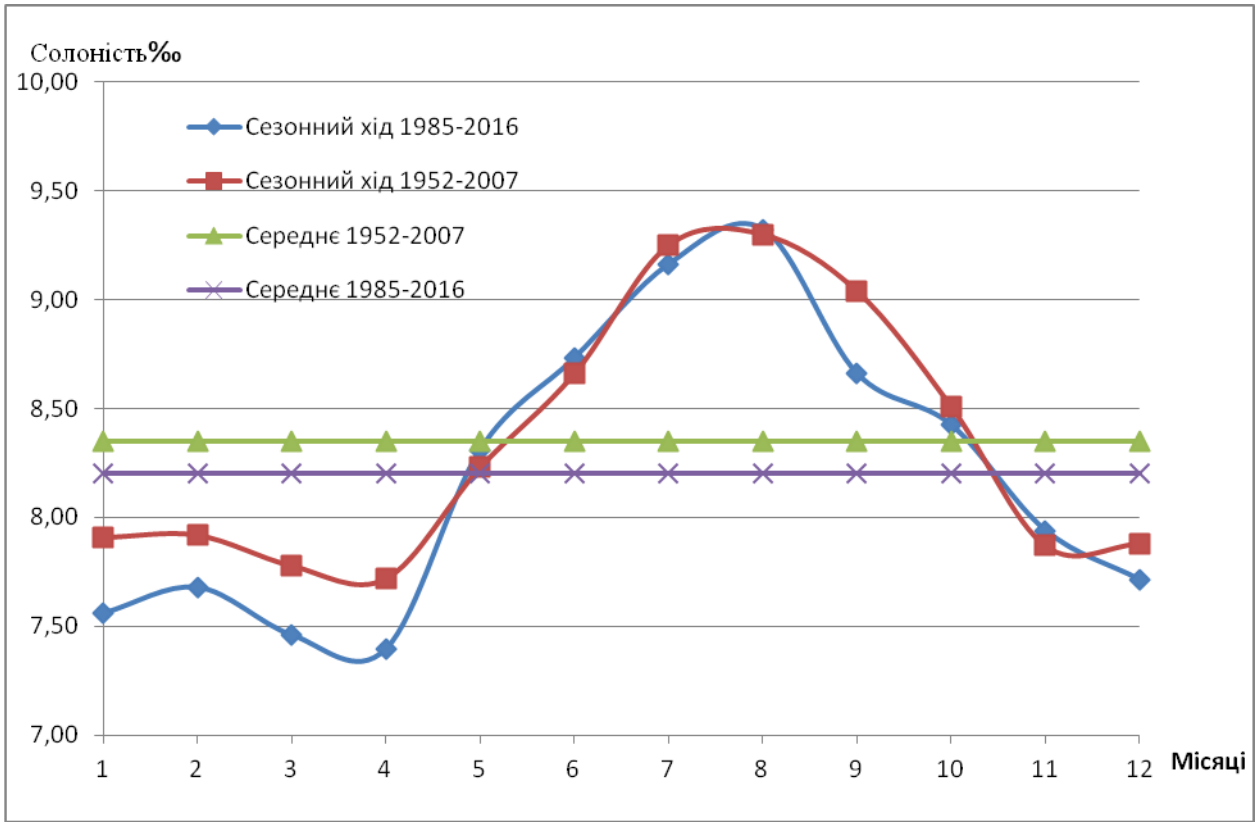

Рис. 4.1.2 – Сезонний хід солоності за два періоди – 1985-2016рр. та 1952-2007рр.

На представленому графіку зображений сезонний хід солоності за різні періоди. Сезонний хід солоності за період з 1985 по 2016 роки [13]. На графіку чітко видно тенденцію зростання солоності починаючи з квітня (7,45‰), пік приходиться на серпень (9,40‰), після цього знову йде спад.

На другому сезонному ході за період з 1952 по 2007рр. видно підйом ходу солоності з квітня (7,75‰), пік видно у серпні (9,25‰), після цього йде спад.

Також на графіку зображені дві лінії середніх річних значень. Середньорічне значення солоності за період з 1952 до 2007рр. більший, ніж за період з 1985 по 2016рр. на 0,15‰.

Для цих графіків була розрахована амплітуда[14]. Вона показує різницю між найбільшим та найменшим значеннями солоності. За період з 1952 по 2007рр. амплітуда дорівнює 1,58‰. Для періоду з 1985 по 2016рр. амплітуда дорівнює 1,93‰ [15]. Амплітуда збільшилась на 0,35‰.

4.2 Багаторічна мінливість солоності води на станції Маріуполь

У багаторічному ході солоності морської води, за спостереженнями на берегових МГС за період після зарегулювання стоку, максимальні значення солоності припадають на 70-ті роки минулого століття. З початку 80-х років XX століття по теперішній час солоність моря зменшується[6]. З найбільшою інтенсивністю процес распресненія моря відбувається в останні 10-15 років. Значення кутових коефіцієнтів лінійних трендів, розрахованих за різні періоди за даними берегових МГС та спостереженнями в відкритих районах Азовського моря, наведені в табл. 4.4.7-4.4.8. На всіх пунктах узбережжя моря виявлені значущі негативні лінійні тренди в середньорічних значеннях солоності за сучасний період (1977-2007 рр.). Величина зменшення солоності склала від -2,28 ‰ для південного узбережжя моря (МГС Небезпечне) до -2,37‰ -2,67 ‰ для північного узбережжя і Таганрозької затоки (МГС Бердянськ, Маріуполь).

Максимальне зменшення солоності за цей період відзначено в Генічеську (-4,98 ‰) і пов'язане з распресненіем затоки Сиваш в останні роки [7]. Значні негативні тренди виявлені в усі сезони і місяці року. Найбільші величини негативних кутових коефіцієнтів лінійних трендів відзначаються в лютому-березні (від -0,105‰·рік$^{-1}$ на МГС Небезпечне до -0,175 ‰·рік$^{-1}$ в Генічеську) і в листопаді (МГС Генічеськ, -0,250‰·рік$^{-1}$). У відкритих районах моря за останні 30 років значущі негативні лінійні тренди виявлені в західній (-0,081‰·рік$^{-1}$) і центральної (-0,105‰·рік$^{-1}$) частинах моря [8]. В інших районах моря (Прикерченській район, Таганрозький і Темрюкский затоки) багаторічні тенденції зменшення солоності не значимі (від -0,027 до -0,040‰·рік$^{-1}$).

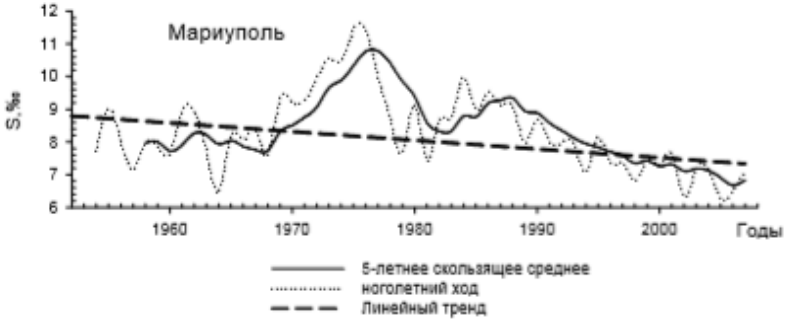

Рис 4.2.1 - Багаторічний хід солоності води на береговому пункті Маріуполь Азовського моря. [8]

Використовуючи середньомісячні вихідні дані було побудовано дванадцять графіків міжрічної мінливості солоності води на станції Маріуполь за дванадцять місяців, які представлено на рисунках 4.2.2 – 4.2.13.

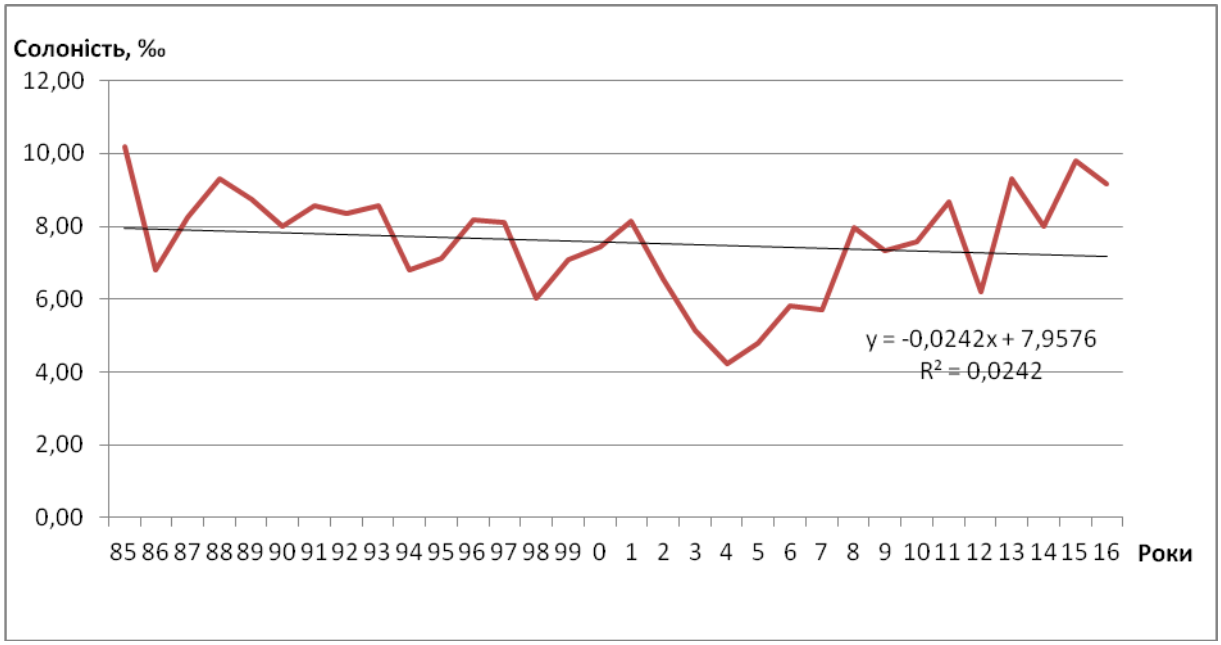

Рис. 4.2.2 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у січні.

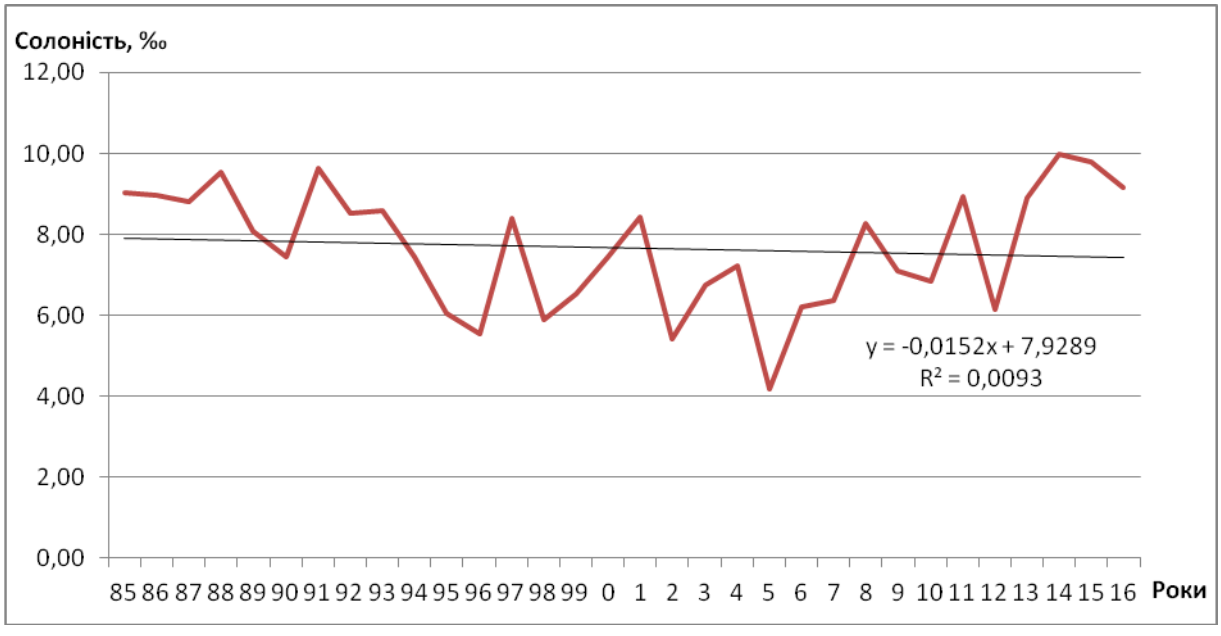

Рис. 4.2.3 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у лютому.

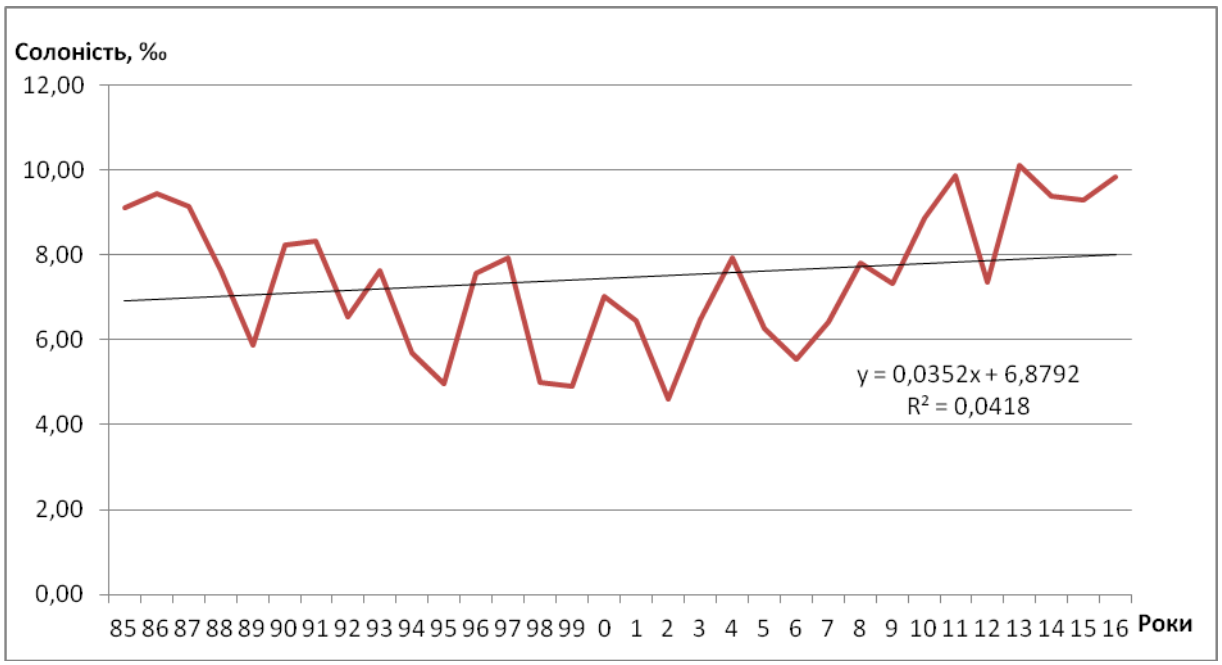

Рис. 4.2.4 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у березні

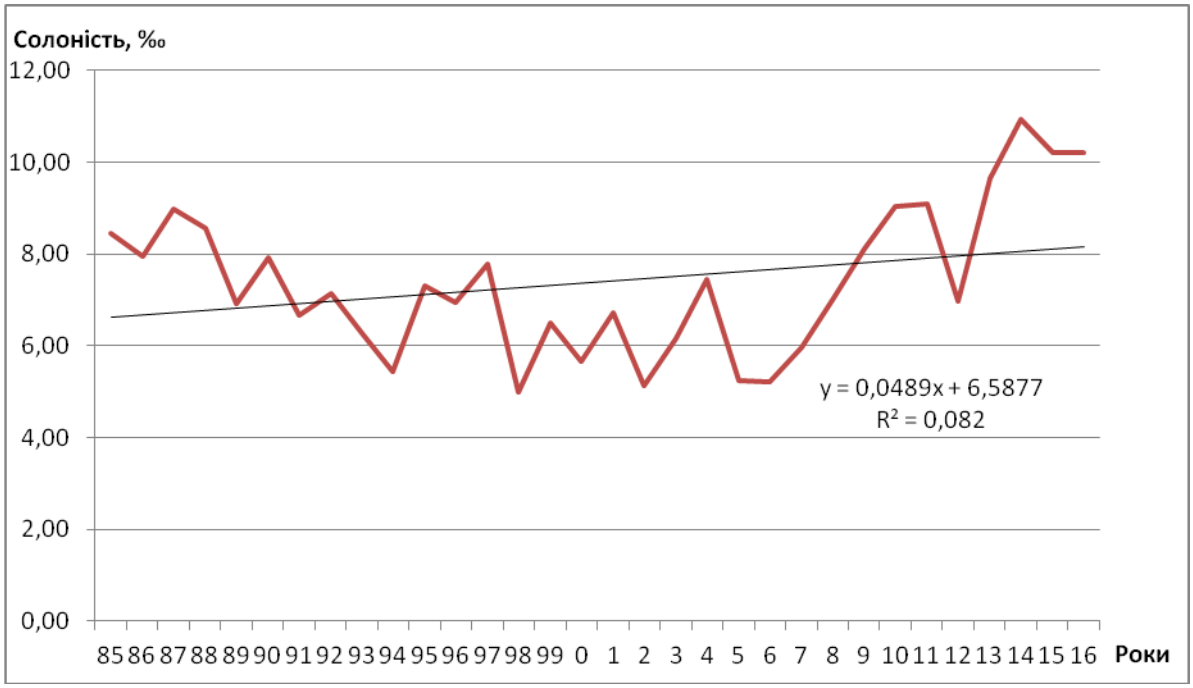

Рис. 4.2.5 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у квітні.

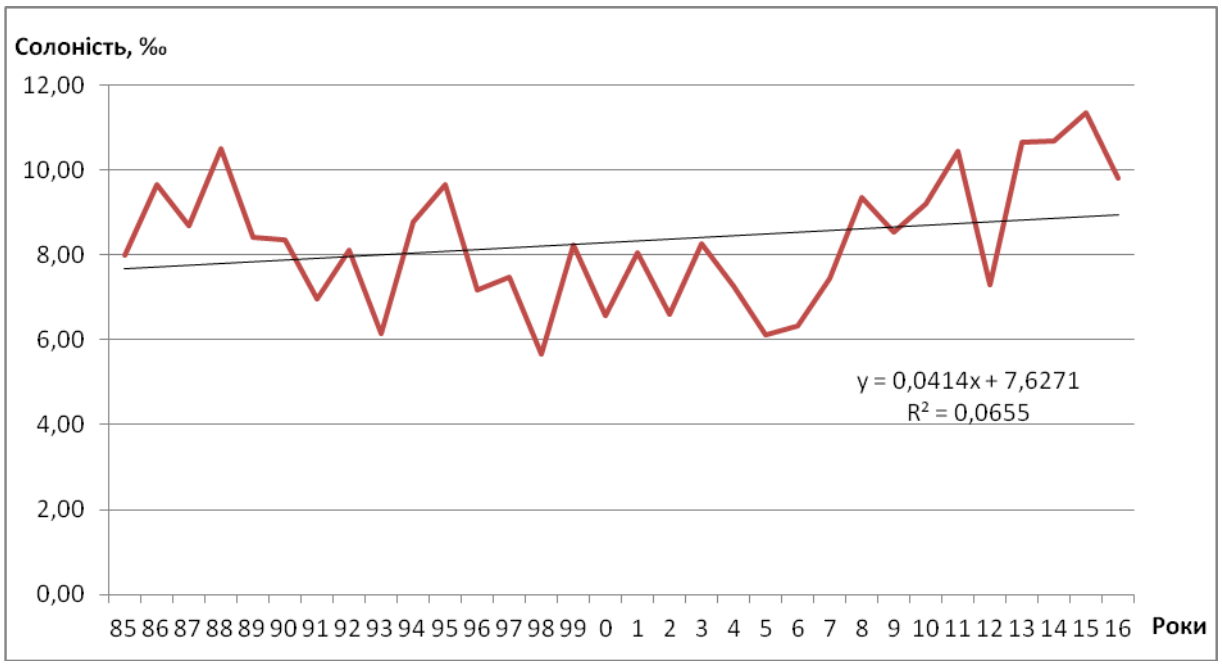

Рис. 4.2.6 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у травні.

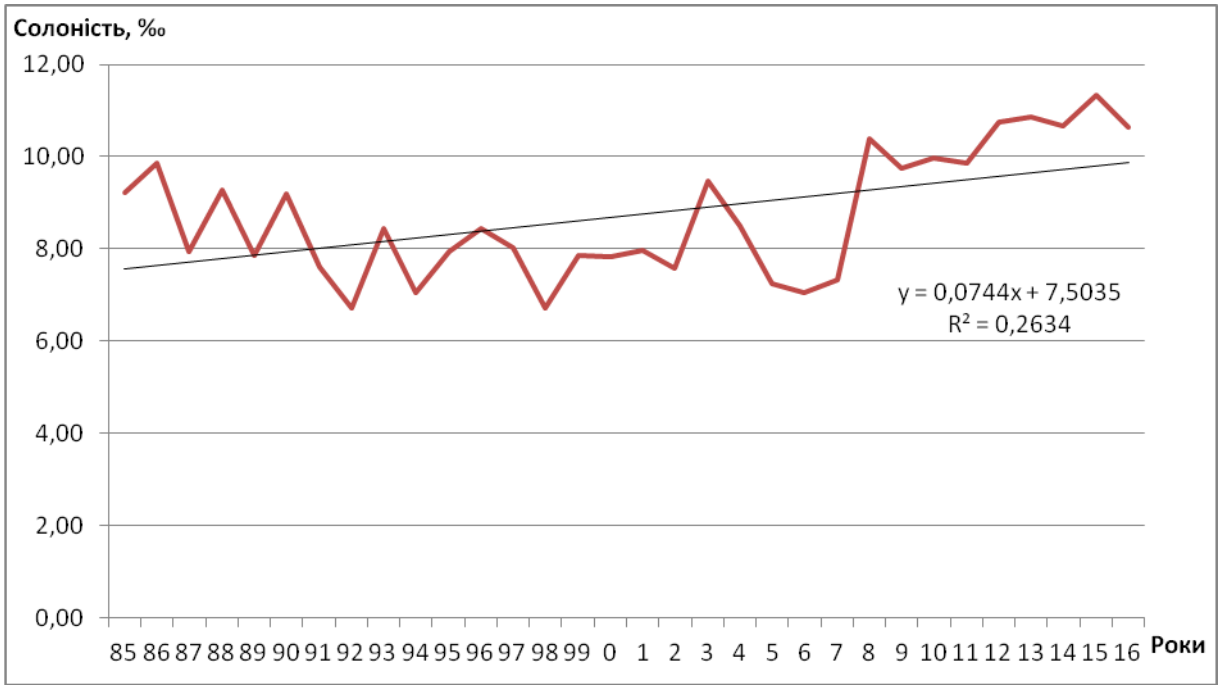

Рис. 4.2.7- Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у червні.

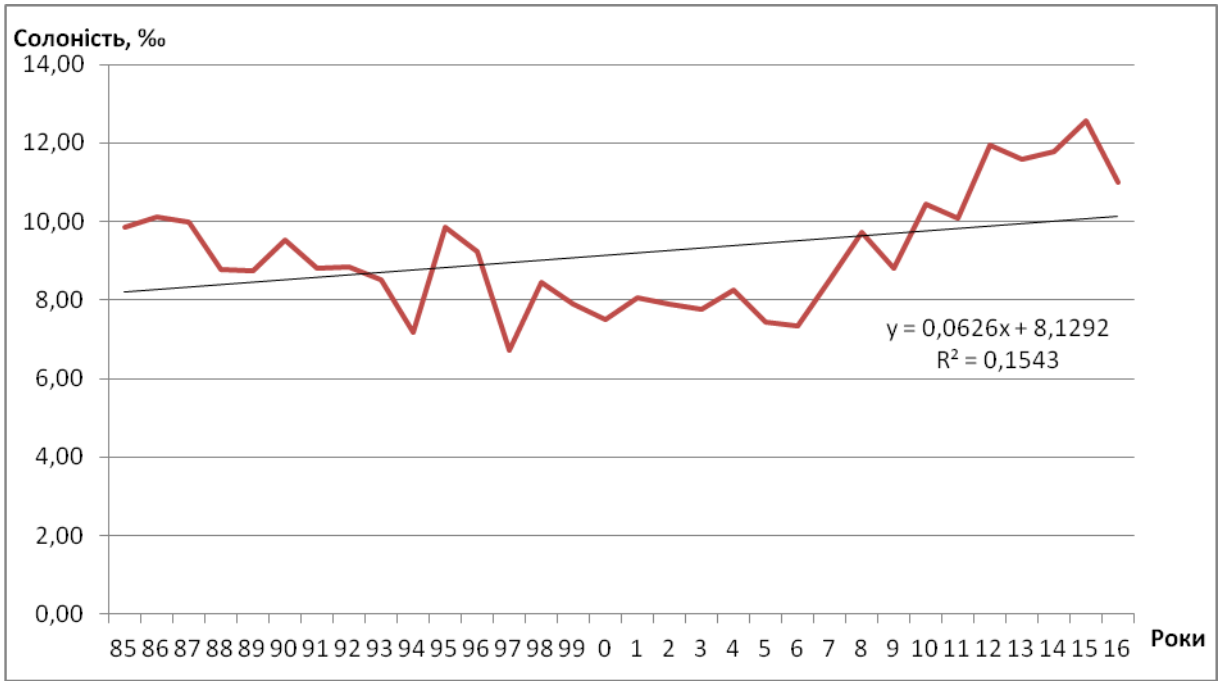

Рис. 4.2.8 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у липні.

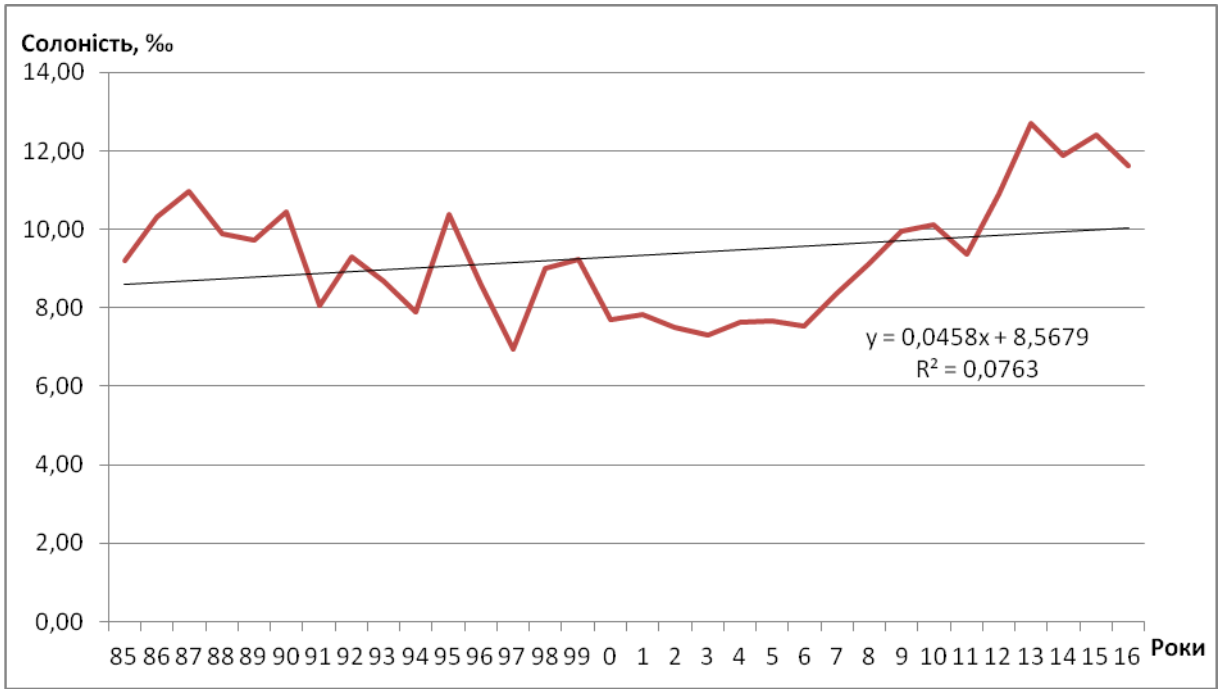

Рис. 4.2.9 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у серпні.

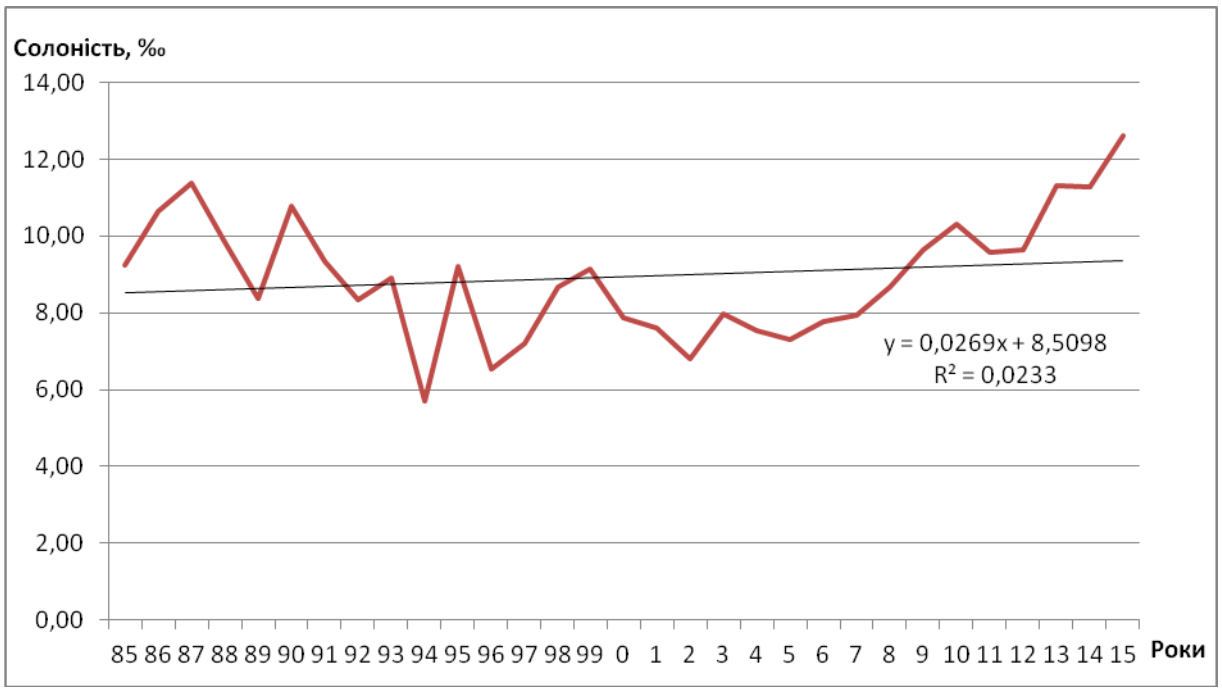

Рис. 4.2.10 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у вересні.

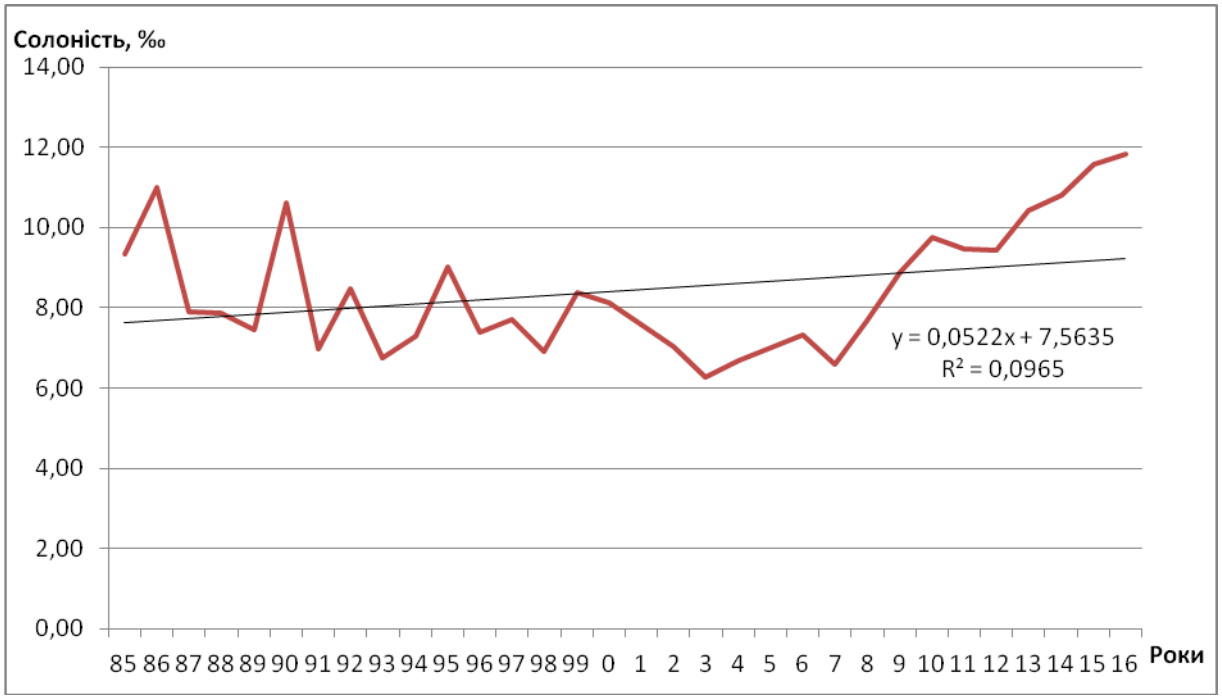

Рис. 4.2.11 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у жовтні.

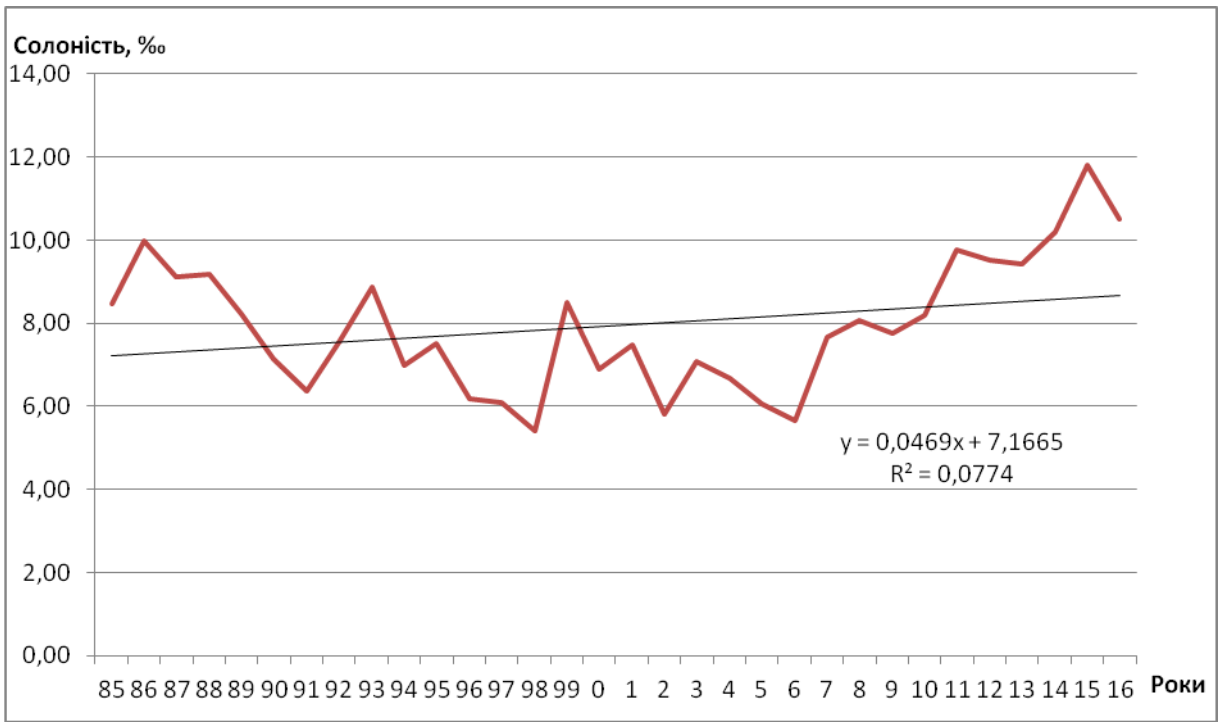

Рис. 4.2.12 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у листопаді.

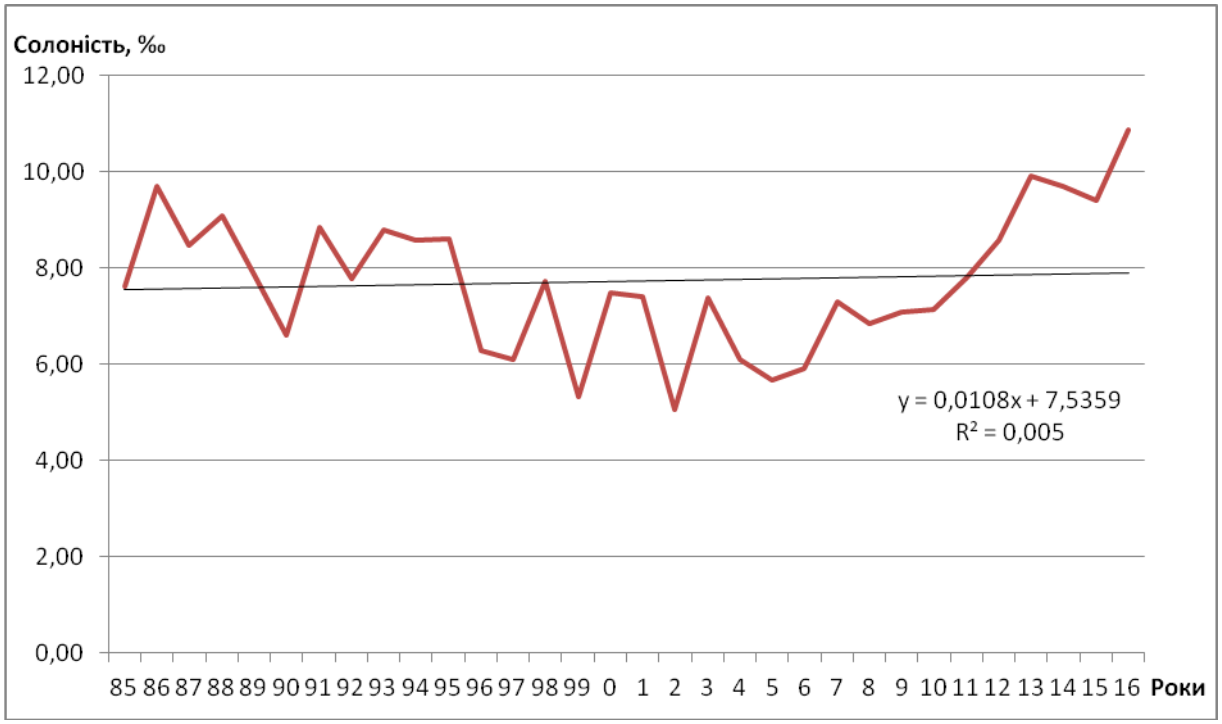

Рис. 4.2.13 - Міжрічна мінливість солоності води на станції Маріуполь у грудні.

Після побудови дванадцяти графіків, проаналізувавши їх було побудовано таблицю статистичних параметрів рядів солоності.

Таблиця 4.2.1 – Кутові коефіцієнти багаторічних лінійних трендів солоності води(‰·рік$^{-1}$) на станції Маріуполь.

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	-0,0242	-0,0152	0,0352	0,0489	0,0414	0,0744	0,0626	0,0458	0,0269	0,0522	0,0496	0,0108
R^2	0,0242	0,0093	0,0418	0,082	0,0655	0,2634	0,1543	0,0763	0,0233	0,0965	0,0774	0,005
R	0,1556	0,0964	0,2045	0,2864	0,2559	0,5132	0,3928	0,2762	0,1526	0,3106	0,2782	0,0707
Er	0,1163	0,1180	0,1142	0,1094	0,1113	0,0878	0,1008	0,1101	0,1164	0,1076	0,1099	0,1186

З таблиці видно, що у липні значення R найбільш значуще. Це значить, що у липні за всі роки найвища солоність, що добре видно на наступних графіках. Через це на графіках міжрічної мінливості середніх річних значень солоності води на ст. Маріуполь буде видно різке зростання солоності. Тому графік довелося розділити на дві частини[53].

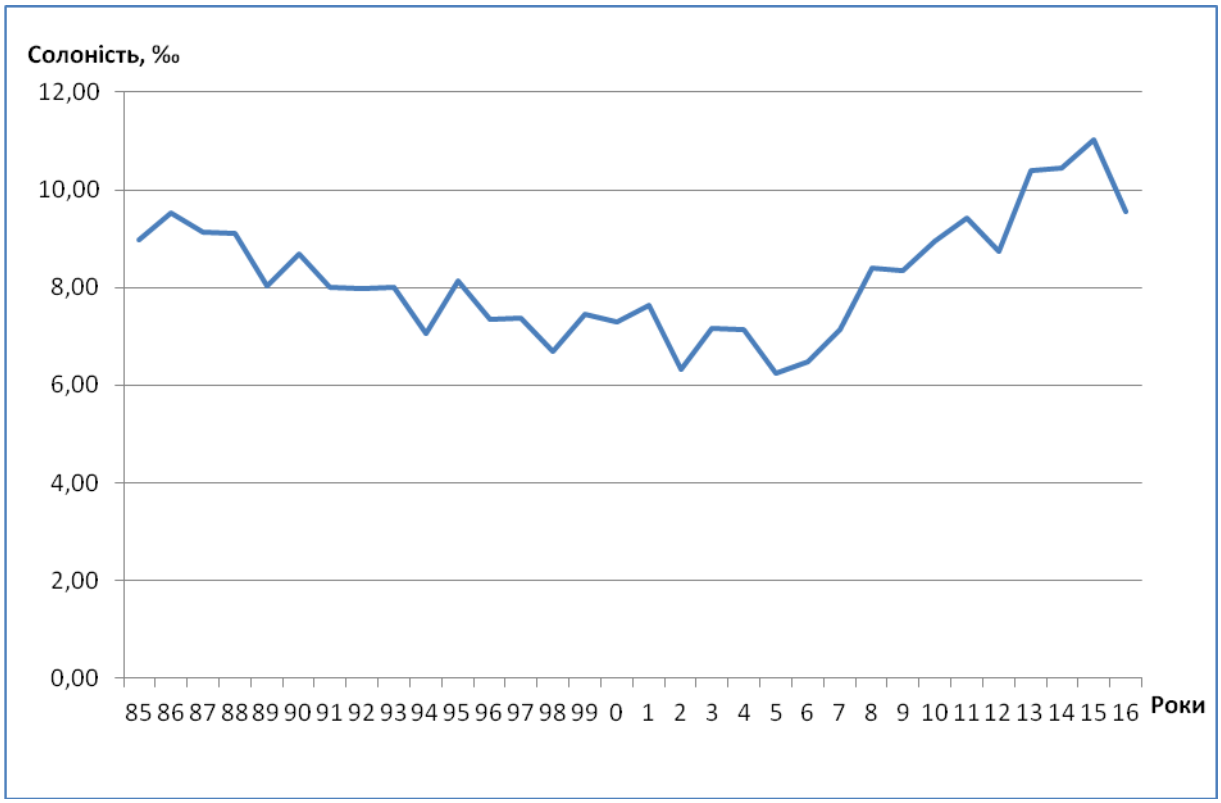

Рис. 4.2.14 - Міжрічна мінливість середніх річних значень солоності води на ст. Маріуполь за період 1985-2016рр.

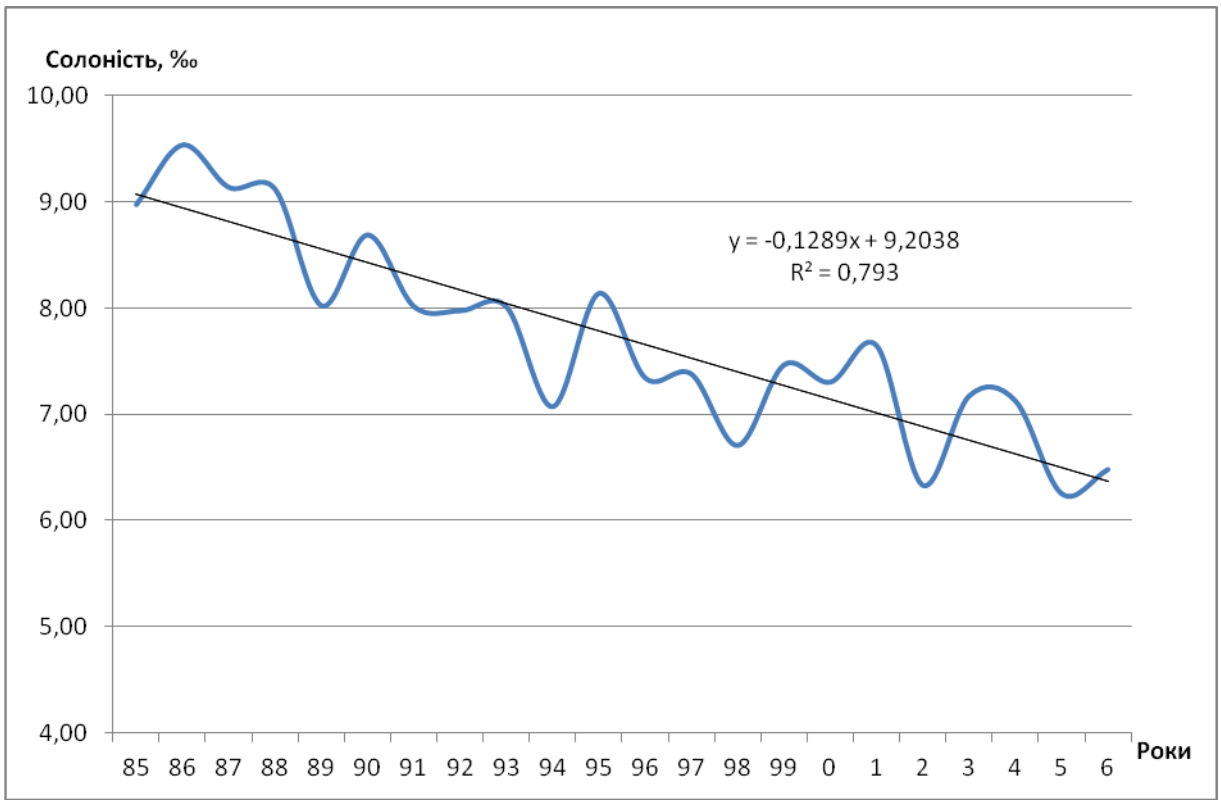

Рис. 4.2.15 - Міжрічна мінливість середніх річних значень солоності води на ст. Маріуполь за період 1985-2006рр.

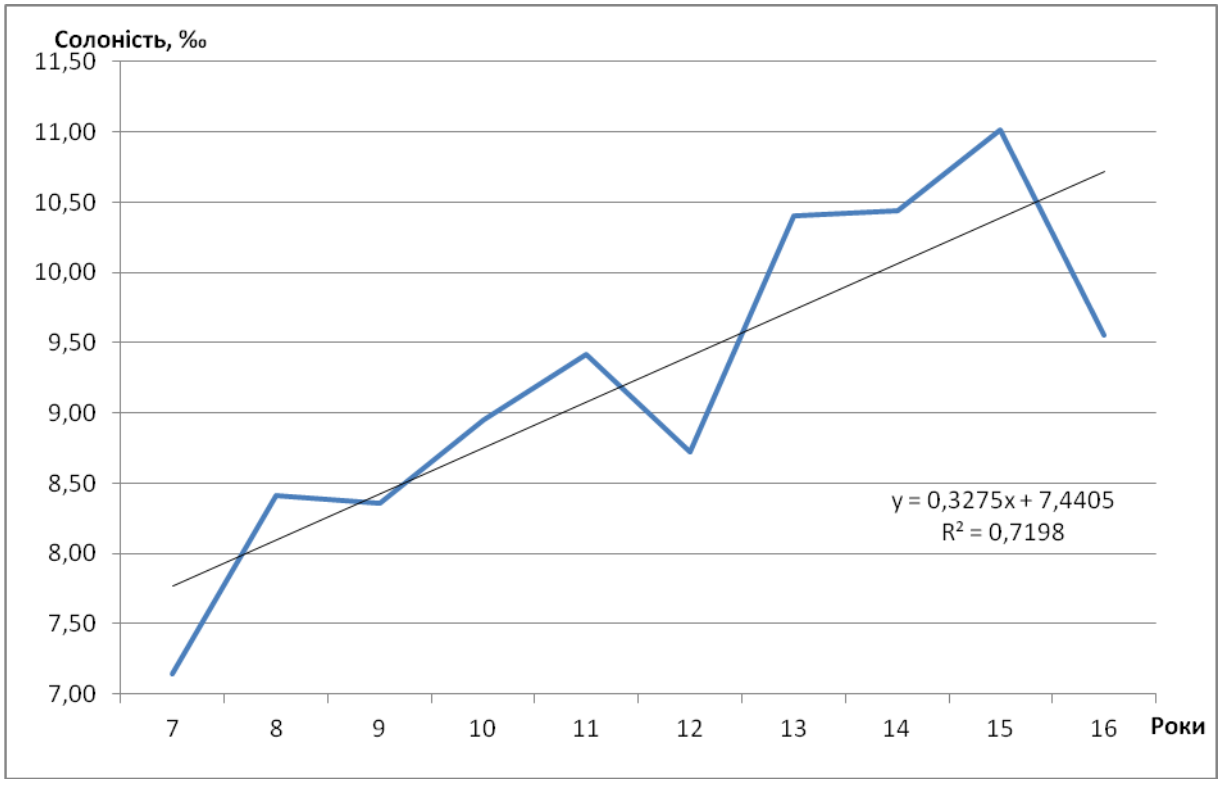

Рис. 4.2.16 - Міжрічна мінливість середніх річних значень солоності води на ст. Маріуполь за період 2007-2016рр.

На даних графіках зображено лінійний тренд за рік. На графіку можемо побачити, що тренд нестабільний. З 1985р. до 2006 року спостерігається різкий спад, а починаючи з 2007 року різкий підйом. Через це неможливо було провести одну лінію тренду для всього графіка. Тому графік було розділено на дві частини[10]. Перша періодом з 1985р. до 2006р., а друга з 2007р. до 2016р. Угловий коефіцієнт на першій частині -0,1289, на другій частині 0,3275.

Для порівняння отриманих нами результатів в таблиці 4.2.2 наведено результати розрахунків кутових коефіцієнтів багаторічних лінійних трендів солоності води ‰ · рік$^{-1}$ на станції Маріуполь за різні періоди з [15].

З порівняння можна зробити такі висновки, що за багаторічними даними за всі місяці року на станції Маріуполь спостерігається зниження солоності води. Особливо значне зниження солоності відбуівється з 1977р. по 2007р.

За нашими результатами досліджень зниженя солоності на станції Маріуполь спостерігалось лише до 2006р., в той час як з 2007р. по 2016р. спостерігається зворотня тенденція – підвищення солоності води.

Таблиця 4.2.2 – Кутові коефіцієнти багаторічних лінійних трендів солоності води на станції Маріуполь

місяць / період	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Рік
1950-2007	-0,036	-0,025	-0,038	-0,037	-0,021	-0,023	-0,033	-0,033	-0,032	-0,035	-0,012	-0,028	-0,027
1977-2007	-0,116	-0,106	-0,114	-0,133	-0,068	-0,067	-0,073	-0,063	-0,068	-0,073	-0,089	-0,078	-0,089

4.3 Синоптична мінливість солоності води на станції Маріуполь

Згідно з літературними джерелами [57] у просторовому розподілі міжрічної мінливості солоності води максимальні величини (σ=1,5-2,5‰) відзначаються у фронтальних зонах трансформації річкових вод - в Таганрозькій і Темрюкському затоках, а також у протоки Тонкий (МГС Геніческ). У центральної і західній частині власне Азовського моря міжрічної мінливість в будь-який сезон року не перевищує 0,75-1 ‰, в східній частини мінливість трохи більше 1,0-1,25 ‰.

Максимальні значення СКО (σ = 1,0-1,25 ‰) спостерігаються в

Таганрозькій затоці (МГС Маріуполь), в районі Керченської протоки (МГС Небезпечне) і обумовлені атмосферними впливами синоптичного масштабу, а також сгонно-нагоних коливань рівня моря.

У районах розташування станцій власне Азовського моря (МГС Бердянськ, Мисове) синоптична мінливість перевищує 0,25-0,5 ‰. Максимум СКО синоптичного діапазону приходиться на холодний період року (листопад-березень), а мінімум відмічається в літні місяці (червень-серпень).

Існуюча дискретність вимірювання солоності на берегових станціях (1 раз на добу), а також невелике число багатодобових станцій у відкритих районах моря, не дозволяють отримати просторовий розподіл мінливості мезомасштабної діапазона по всьому морю. Виняток становлять Таганрозький і Темрюкську затоку, де спостереження на багатодобових станціях проводяться регулярно і тривалий час, тому можна отримати статистично достовірні оцінки. Особливістю цих заток Азовського моря є значна за величиною мезомасштабна мінливість солоності, особливо в зонах надходження річкових вод. У Таганрозькій затоці мезомасштабна мінливість майже однорідна по вертикалі, величина її СКО становить в зимовий сезон 0,2‰, а в інші пори року 0,3-0,35 ‰.

У Темрюкському затоці величина СКО мезомасштабної діапазона істотно більше, ніж в Таганрозькій затоці, і, можливо, найбільша у всьому море. У придонному шарі вона становить в середньоньому 0,4 ‰ при відносно мало виражені сезонному ході. Зі зменшенням глибини мезомасштабна мінливість збільшується, досягаючи максимуму СКО 1 - 1,2 ‰ в поверхневому шарі в пери од паводку Кубані, в березні-червні. На величину мезомасштабної мінливості в Темрюкському затоці, крім надходження і трансформації річкових вод Кубані, безсумнівно, впливає адвекція чорноморських вод через Керченську протоку протягом усього року.

Для того, щоб розрахувати стандартне відхилення було побудовано два графіки за різні періоди за розрахованими середньоквадратичними відхиленнями.

Для аналізу синоптичної мінливості солоності води на станції Маріуполь використовувались данні про екстремальні(максимальні і мінімальні) значення за кожний місяць року за весь період спостережень. Різниці між ними характеризують розмах синоптичної мінливості солоності. Для рядів цих величин розраховувались середні квадратичні відхилення. На рисунку 4.3.1 представлено річний хід значень середнього квадратичних відхилень за досліджуваний період. Для порівняння на

рисунку 4.3.2 представлено аналогічні характеристики за період з 1952 – 2007рр. з [57].

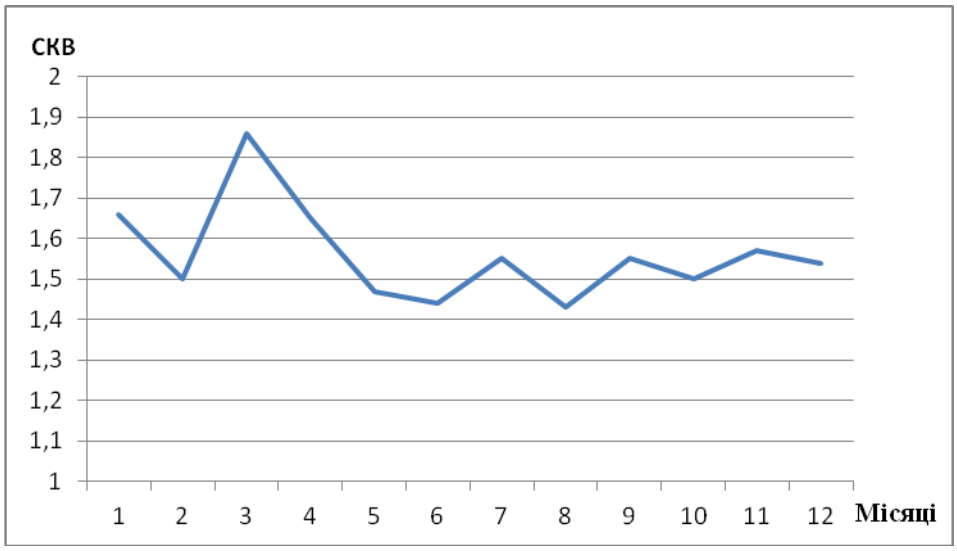

Рис. 4.3.1 – Середньоквадратичне відхилення за період 1952-2007рр.

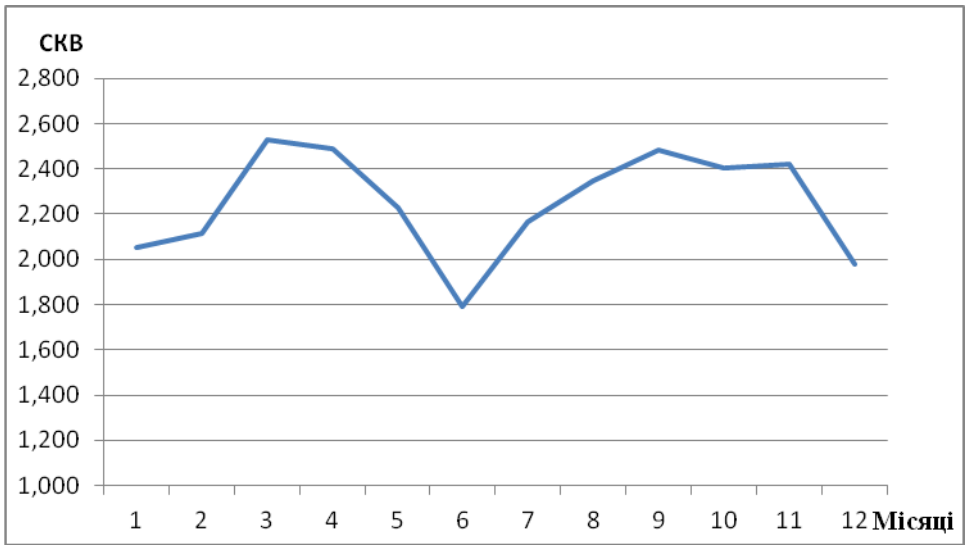

Рис. 4.3.2 – Середньоквадратичне відхилення за період 1985-2016рр.

За результатами наших досліджень видно, що сердні квадратичні відхилення, які характеризують синоптичну мінливість солоності мають сезонний хід. Найбільше значення спостерігається в березні, вересні, жовтні і листопаді і складають 2,4 – 2,5‰. Найменші значення припадає на червень зі значення 1,8‰.

За багаторічними данними, які наведені на рисунку 4.3.1 бачимо, що максимальне значення середнього квадратичного відхилення спостерігається в березні та становить 1,85‰, а в інші місяці року знаходиться в межах від

1.4‰ до 1,55‰. З цього робимо висновок, що за досліджуваний період на станції Маріуполь величина синоптичнї мінливості солоності води декілька збільшилась в порівнянні з багаторічними нормами.

ВИСНОВКИ

1.За даними спостережень за солоністю води на станції Маріуполь за період 1985-2016рр. в річному ході солоності води чітко простежується сезонний хід. Мінімальне значення солоності припадає на березень-квітень, а максимальне на серпень, що обумовлено річним ходом стоку річок. Порівняння сезонного ходу солоності води на станції Маріуполь з багаторічними нормами показує, що в усі місяці року спостерігається зниження солоності води, особливо значне в період з січня по квітень. Середня річна солоність води зменшилась приблизно на 0,1 проміллє. Амплітуда сезонного ходу за досліджуваний період склала 1,93 проміллє, а за багаторічними нормами вона дорівнює 1,58 проміллє, тобто амплітуда сезонного ходу збільшилась на 0,35 проміллє.

2. В багаторічній мінливості солоності води на станції Маріуполь за 1985-2016рр. спостерігаються два періоди з різними тенденціями змін. За період 1985-2006рр. в багаторічній мінливості спостерігається статистично значуща тенденція зниження солоності, що співпадає з результатами, наведеними в літературних джерелах. За період 2007-2016рр. в багаторічній мінливості спостерігається зворотня тенденція – статистично значуще зростання солоності.

3. Для аналізу синоптичної мінливості солоності води використовувались данні про екстремальні значення за кожен місяць року за весь період спостережень.Розрахунки середніх квадратичних відхилень, що характеризують синоптичну мінливість показали, що вони мають сезонний хід. Найбільше значення спостерігається в березні, вересні, жовтні і листопаді і складають 2,4 – 2,4 проміллє. Найменші значення припадає на червень зі значення 1,8 проміллє. За багаторічними данними з літературних джерел максимальне значення середнього квадратичного відхилення спостерігається в березні та становить 1,85 проміллє, а в інші місяці року знаходиться в межах від 1.4 до 1,55 проміллє. З цього робимо висновок, що за досліджуваний період на станції Маріуполь величина синоптичної мінливості солоності води декілька збільшилась в порівнянні з багаторічними нормами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксенов А.А. Изменения гидрологического режима Азовского моря в связи с зарегулированием стока рек Дона и Кубани Тр. ГОИН. 1953. Вып.12. С. 8-33.
2. Аксенов А.А. Предстоящие изменения в гидрологическом ре- жиме Азовского моря Тр.ГОИН. 1955. Вып. 20. С. 27.59.
3. Алисов Б.П. Климаты СССР. М.: изд. МГУ, 1956.
4. Альтман Э.Н. Исследования водообмена между Черным и Азовским морями Сб. ЛЮМ ГОИН. 1972. Вып. 11. С. 3.47.
5. Альтман Э.Н. Современный солевой баланс Азовского моря и его многолетняя изменчивость Сб. Биология моря.1972. Вып. 27. С. 3. 18.
6. Альтман Э.Н. Водообмен через Керченский пролив в условиях зарегулированного стока рек Азовского бассейна Океанология. 1973. Т. 13, вып. 3. С. 416 423.
7. Альтман Э.Н., Толмазин Д.М. Метод расчета течений и водообмена в Керченском проливе Океанология.1970.Т.10, вып. 3.С. 438-447.
8. Асарин А.Е., Наумов А.Н. Расчет ожидаемой солености Азовского моря Тр. Гидропроекта.1976. Вып. 53.С. 86. 95.
9. Атлас льдов Черного и Азовского морей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 70 с.
10. Барышевская Г.И., Дериглазова Н.В. Режим солености Азовско- го моря // Сб.работ ГМ ЧАМ. –1962. –Вып. 1. – С. 13-18.
11. Баяндин В.О., Трапезникова Ю.А. Моделирование климатиче- ской изменчивости уровня океана // Метеорология и гидрология. – 1993. – №12. – С. 48-53.
12. Белкин И.М. Семантический контроль и редактирование данных океанографических станций // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 1984. – Вып. 113. –С. 99-108.
13. Белов В.П. Режим ветра и ветрового волнения на Азовском море // Труды ГОИН. – 1978. – Вып.134. – С. 48–56.
14. Белов В.П., Филиппов Ю.Г. Основные черты динамики вод Азовского моря и Керченского пролива // Тр. ГОИН. – 1978. – Вып. 139. – С.11-20.
15. Белов В.П., Филиппов Ю.Г. Динамика и вертикальная структура течений Азовского моря // Тр. ГОИН. – 1980. – Вып. 159. – С. 127– 134.
16. Белов В.П., Филлипов Ю.Г., Шлыгин И.А. Расчет водообмена через Керченский пролив // Метеорология и гидрология. – 1978. – №2. – С. 52-59.

17. Бенашвили И.А. Термика поверхностного слоя Азовского моря // Тр. ГОИН. – 1947. – Вып. 3 (15). – С. 12-28.
18. Богуславский С.Г., Кубряков А.И., Иващенко И.К. Изменения уровня Черного моря // Мор.гидрофиз.журнал. – 1997. – №3. – С. 47-56.
19. Боришанский Л.С. О расстояниях между пунктами наблюдений над температурой воды и уровнем моря // Тр. ГОИН. – 1972. – Вып. 115. – С. 116-128.
20. Боровская Р.В. Особенности ледового режима Керченского пролива за последние 15 лет по данным спутниковых наблюдений // В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2006. – Вып. 14. – С. 253-258.
21. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Д.Б., Спиридонова Е.О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации. Препринт. – Севастополь: НАН Украині. МГИ, 2008. – 42с.
22. Бронфман А.М. Соленость Азовского моря и ее предстоящие изменения // Изв. Сев.- Кав. науч. центра высшей школы естеств. науки. – 1973. – Вып. 1. – С. 19-24.
23. Бронфман А.М., Шишкин В.М. Изменение площади опреснен- ных зон на взморье Кубани в условиях сокращения стока реки и увеличения солености Азовского моря // В кн. Географические про- блемы изучения и освоения природных ресурсов Нижнего Дона и Северного Кавказа. – Ростов н/Д., 1971. – С. 206-207.
24. Бронфман А.М., Сурков Ф.А. Статистическая модель формиро- вания солености Азовского моря // Тр. ВНИРО. – 1976 . – Т. 118. – С.71-80
25. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы рекон- струкции. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 270 с.
26. Бронфман А.М., Воловик С.П., Козлитина С.В. и др. Статисти- ческая структура океанологических и биологических параметров экосистемы Азовского моря. – Ростов н/Д.: Изд-во Рост. Ун-та, 1979.– 158 с.
27. Будыко М.И. Климат конца двадцатого века // Метеоро- логия и гидрология. – 1988 . –№10. – С. 5-23.
28. Велокурова Н.И., Старов Д.К. Гидрометеорологическая харак- теристика Азовского моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1947.
29. Винников К.Я., Груза Г.В., Захаров В.Ф. др. Современные изме- нения климата Северного полушария // Метеорология и гидрология.– 1980. – № 6. – С. 5.
30. Воронков П.П., Свиташев А.И. Опыт расчета возможной солено- сти

Азовского моря в связи с предполагаемыми изменениями его режима // Тр. НИУ ГУГМС СССР. – 1941. – Сер.V, вып. 2. – С. 28- 36.

31. Воскресенская Е.Н. Изменчивость климатических характеристик курортных местностей Черного и Средиземного морей под влияни- ем глобальных процессов в системе океан-атмосфера // В сб. Эколо- гическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2003. – С. 39-48.
32. Благоволин В.П., Победоносцев С.В. Современные вертикаль- ные движения берегов Черного и Азовского морей // Геоморфо- логия. – 1973. – №3. – С. 46-55.
33. Врангель Ф.Ф. Несколько определений плотности и температу- ры воды Черного и Азовского морей // Морской сборник. – 1874. –№3.
34. Врангель Ф.Ф. О физических исследованиях в Черном и Азов- ском морях // Морской сборник. – 1875. – №12.
35. Ганькевич В.В. О течениях в Керченском проливе // Тр.II Все- союзного гидрологического съезда. –1929. –Ч.2. – С. 401-403.
36. Гаргопа Ю.М. Антропогенные и климатические причины сни- жения эффективности воспроизводства рыбных запасов в бассейне р. Кубань // В кн. Географические аспекты изучения и освоения гид- рологии и гидрохимии Азовского бассейна. – Ленинград, 1981. – С. 23-28.
37. Гаргопа Ю.М. Современное распреснение Азовского моря и его связь с многолетними колебаниям атмосферной циркуляции // Вод- ные ресурсы. – 2002. – Т.29. – №6. – С. 747-754.
38. Геология Азовского моря.– К.: Наукова думка, 1974. – 246 с.
39. Герман В.Х. Исследование и расчет вероятностных характери- стик экстремальных уровней моря // Тр. ГОИН. – 1971. – Вып. 110. – 151 с.
40. Герман В.Х. Об исследовании связи колебаний уровня с полем атмосферного давления как линейной динамической системы с постоянными параметрами // Тр. ГОИН. – 1974. – Вып. 121. – С. 13-21.
41. Герман В.Х. Связь колебаний уровня мелкого моря с вынуж- дающими силами в синоптическом диапазоне частот // Тр. ГОИН. – 1975. – Вып. 126. – С. 8-19.
42. Герман В.Х. Спектральный метод построения уравнения регрес- сии для расчета непериодических колебаний уровня моря//Метеорология и гидрология.–1976. – №7.
43. Герман В.Х., Левиков С.П. Вероятностный анализ и моделиро- вание колебаний уровня моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 229 с.
44. Гертман И.Ф. Метод обработки батометрических измерений с целью

расчета полей статистических характеристик // Тр. ГОИН. – 1986. – Вып. 176. – С. 37-41.

45. Гидрометеорологический справочник морей СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1937. – Т.3, вып. 1-3.
46. Будыко М.И., Гройсман П.Н. Ожидаемые изменения климата СССР к 2000 году // Метеорология и гидрология . –1991. – №4. – С. 84-93.
47. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 853 с.
48. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР.Том 3.Азовское море.–Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 220 с.
49. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. – СПб Гидрометеоиздат, 1991. – 236 с.
50. Гоптарев Н.П. Некоторые приемы расчета нестационарного вод- ного баланса замкнутых и полузамкнутых морей // Тр. ГОИН. – 1972. – Вып. 139. – С. 61-70.
51. Гоптарев Н.П., Шлыгин И.А., Авдеев Г.Н. Схемы расчета распределения солености на устьевом взморье эстуарного типа на при- мере Таганрогского залива // Тр. ГОИН. – 1975. – Вып. 125. – С. 29- 33.
52. Гоптарев Н.П. Метод расчета балансовых уровней Каспийского и Азовского морей // Тр. ГОИН. – 1991. – Вып. 183. – С.18-23.
53. Бабкин В.И., Постников А.Н. О роли циклонической деятельно- сти в формировании стока Волги, Дона и Днепра // Водные ресурсы. – 2000. – Т. 27, №1. – С. 106-108.
54. Гоптарев Н.П., Шлыгин И.А. Современные гидрологические проблемы Азовского моря и возможные пути их решения // Тр. ГОИН. – 1978. – Вып. 139. – С.5-12.
55. Ахим Бююль, Петер Цефель SPSS: искусство обработки информации. Platinum Edinion. Москва, Санкт-Петербург, Киев. 602 с.
56. Meteopost.com>pogoda>mariupol
57. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море/ Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б.; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института.Севастополь, 2009. с. 400

ДОДАТОК

Таблиця 1 – Вихідні дані ТГМ Маріуполь

Місяць Рік	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			
	Макс	Сер	Мін	Макс	Ср	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	сер.річ.
1985	11,3	10,2	8,6	9,6	9,0	8,4	10,2	9,1	7,1	10,3	8,5	6,7	9,3	8,0	6,6	10,3	9,2	7,6	10,5	9,9	9,5	10,5	9,2	8,2	10,7	9,3	8,3	11,1	9,3	7,0	11,1	8,5	6,7	8,4	7,6	1,0	9,0
86	7,5	6,8	6,1	10,8	9,0	6,1	10,8	9,4	8,0	9,1	8,0	6,9	10,5	9,7	8,4	10,6	9,9	9,0	10,6	10,1	9,4	10,8	10,3	9,9	11,1	10,7	10,5	11,8	11,0	9,0	10,9	10,0	8,8	11,6	9,7	8,3	9,5
87	9,1	8,3	7,7	10,0	8,8	7,9	10,0	9,2	8,1	10,5	9,0	8,0	10,4	8,7	7,8	9,0	7,9	7,6	10,6	10,0	9,1	11,4	11,0	10,6	11,7	11,4	11,0	10,7	7,9	3,3	10,8	9,1	5,2	10,1	8,5	5,1	9,1
88	9,9	9,3	8,3	11,0	9,6	7,5	10,1	7,6	5,4	11,1	8,6	4,5	11,6	10,5	8,2	10,2	9,3	7,6	9,2	8,8	8,2	10,6	9,9	8,9	10,4	9,8	8,1	8,7	7,9	7,0	10,5	9,2	8,3	10,0	9,1	7,6	9,1
89	9,6	8,7	8,2	8,6	8,1	7,4	7,9	5,9	4,3	7,7	6,9	6,0	9,4	8,4	6,1	8,3	7,9	7,3	9,2	8,7	8,1	10,2	9,7	9,1	10,0	8,4	6,6	7,9	7,5	6,6	10,5	8,2	5,1	10,0	7,9	4,5	8,0
90	8,7	8,0	7,0	9,0	7,4	5,8	9,3	8,2	7,5	8,4	7,9	7,5	8,7	8,4	7,6	9,6	9,2	8,5	10,2	9,5	8,9	10,9	10,4	10,2	11,1	10,8	10,2	11,0	10,6	8,9	8,8	7,1	5,4	8,9	6,6	4,2	8,7
91	10,3	8,6	6,8	11,5	9,6	7,1	9,2	8,3	7,5	8,9	6,7	5,4	7,7	7,0	6,0	8,2	7,6	6,8	9,8	8,8	6,9	9,1	8,1	5,1	10,1	9,4	8,2	8,5	7,0	5,2	8,3	6,4	3,5	9,7	8,8	7,7	8,0
92	8,9	8,4	7,7	8,7	8,5	8,1	8,5	6,6	2,5	8,3	7,1	4,1	8,4	8,1	7,9	8,2	6,7	4,8	9,2	8,8	8,2	9,6	9,3	8,8	9,2	8,3	7,8	9,3	8,5	7,6	8,4	7,5	6,8	9,2	7,8	6,1	8,0
93	10,3	8,6	7,2	9,6	8,6	7,1	8,2	7,6	6,6	7,3	6,3	3,9	9,1	6,1	2,7	8,9	8,4	7,7	9,1	8,5	6,5	9,2	8,7	7,0	9,5	8,9	8,3	9,2	6,8	5,1	10,5	8,9	5,4	10,9	8,8	6,5	8,0
94	7,5	6,8	6,2	9,0	7,5	6,2	6,8	5,7	4,0	6,6	5,5	4,0	10,3	8,8	5,5	8,5	7,1	5,4	7,9	7,2	6,5	8,5	7,9	7,0	7,3	5,7	4,1	8,7	7,3	5,2	9,5	7,0	5,1	9,9	8,6	6,7	7,1
95	8,6	7,1	2,7	7,6	6,1	4,1	7,8	5,0	1,9	7,9	7,3	6,2	10,4	9,7	7,8	10,4	7,9	5,9	10,2	9,9	9,3	10,8	10,4	9,9	9,8	9,2	7,6	9,5	9,0	8,5	9,2	7,5	6,6	9,5	8,6	7,6	8,1
96	9,0	8,2	7,1	8,5	5,6	1,9	9,3	7,6	3,4	8,9	7,0	4,9	8,7	7,2	5,9	8,9	8,4	7,7	9,8	9,3	8,5	9,5	8,6	5,8	8,5	6,5	4,7	8,1	7,4	6,5	7,7	6,2	4,1	8,3	6,3	3,3	7,3
97	9,5	8,1	7,3	9,6	8,4	6,7	9,7	7,9	6,0	9,0	7,8	7,0	8,2	7,5	6,7	8,6	8,0	7,3	7,3	6,7	5,7	8,0	7,0	5,5	8,1	7,2	6,0	8,6	7,7	6,3	8,2	6,1	3,5	8,8	6,1	3,0	7,4
98	7,0	6,0	3,1	6,7	5,9	4,9	6,6	5,0	4,0	6,4	5,0	3,5	7,8	5,7	4,3	8,0	6,7	5,4	8,8	8,4	8,0	9,7	9,0	7,9	9,9	8,7	7,3	7,5	6,9	8,2	6,6	5,4	8,7	8,7	7,7	6,9	6,7
99	8,1	7,1	5,2	7,8	6,5	5,0	6,8	4,9	3,0	7,6	6,5	3,2	9,0	8,2	5,5	8,5	7,9	6,9	9,0	7,9	7,1	9,8	9,2	8,4	9,5	9,1	8,4	9,4	8,4	7,3	9,4	8,5	6,5	7,6	5,3	3,6	7,5
2000	9,7	7,4	4,3	8,2	7,5	6,7	7,9	7,0	6,4	6,6	5,7	4,9	7,0	6,6	6,2	8,7	7,8	6,9	8,5	7,5	7,0	8,6	7,7	7,0	8,3	7,9	7,3	9,0	8,1	7,2	8,5	6,9	5,6	9,1	7,5	5,5	7,3
1	9,0	8,2	6,6	9,0	8,4	7,5	8,4	6,5	5,6	8,1	6,7	5,9	9,0	8,1	6,8	9,2	8,0	7,0	8,4	8,1	7,6	8,4	7,8	7,5	8,6	7,6	6,0	8,1	7,6	7,0	7,9	7,5	6,9	8,6	7,4	5,0	7,6

Продовження таблиці 1

Місяць Рік	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			
	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	Макс	Сер	Мін	сер.річ
2	7,7	6,6	5,0	6,1	5,4	4,8	5,3	4,6	3,6	6,1	5,1	4,3	7,3	6,6	5,9	8,9	7,6	6,4	8,3	7,9	6,9	8,2	7,5	6,5	8,2	6,8	5,9	7,8	7,0	6,4	6,8	5,8	4,7	5,8	5,1	4,3	6,3
3	5,7	5,2	4,5	7,3	6,8	5,8	8,3	6,5	5,5	8,8	6,2	4,1	9,8	8,3	5,2	10,1	9,5	5,0	8,7	7,8	6,8	7,9	7,3	5,8	8,4	8,0	7,0	7,6	6,3	4,4	7,7	7,1	5,9	10,9	7,4	5,6	7,2
4	6,2	4,2	3,0	10,3	7,2	4,6	9,4	7,9	6,9	8,5	7,5	6,1	8,5	7,3	6,3	9,2	8,5	7,8	8,5	8,3	8,0	8,4	7,6	6,0	8,3	7,5	6,5	7,3	6,7	5,6	7,0	6,7	6,2	7,1	6,1	3,7	7,1
5	7,0	4,8	2,8	5,8	4,2	3,0	7,2	6,3	4,8	5,8	5,2	4,7	6,7	6,1	3,7	8,5	7,3	4,9	7,8	7,4	6,8	8,2	7,7	7,0	7,7	7,3	6,5	7,6	7,0	6,5	6,8	6,1	4,4	7,1	5,7	3,5	6,2
6	7,6	5,8	4,0	7,5	6,2	4,2	7,9	5,6	3,6	6,7	5,2	3,9	7,4	6,3	5,1	7,4	7,1	6,7	7,8	7,3	6,8	7,9	7,5	7,1	8,1	7,8	7,3	7,9	7,3	6,3	6,2	5,7	4,9	7,4	5,9	4,8	6,5
7	6,9	5,7	4,6	9,2	6,4	5,0	8,6	6,4	4,4	6,9	6,0	4,5	8,0	7,5	6,3	8,9	7,3	5,9	9,0	8,5	7,0	9,0	8,4	7,1	9,1	7,9	6,7	8,3	6,6	5,1	8,9	7,7	6,0	9,3	7,3	4,4	7,1
8	9,2	8,0	5,6	9,7	8,3	5,9	9,3	7,8	6,9	8,8	7,0	5,9	10,9	9,4	6,3	10,7	10,4	10,0	10,6	9,7	8,0	9,5	9,2	8,6	9,8	8,7	6,2	8,7	7,7	5,7	9,1	8,1	6,8	10,4	6,8	5,1	8,4
9	9,3	7,3	5,3	9,5	7,1	5,5	9,2	7,3	5,9	8,9	8,1	7,0	9,5	8,5	6,2	10,3	9,7	9,0	10,2	8,8	8,1	11,3	10,0	8,6	11,0	9,6	8,7	10,3	8,9	6,7	11,0	7,8	5,2	9,1	7,1	5,2	8,4
10	9,2	7,6	5,5	10,3	6,9	4,5	9,8	8,9	7,3	9,7	9,0	7,6	9,7	9,2	8,3	11,4	10,0	8,9	11,2	10,4	8,7	10,6	10,1	9,5	10,6	10,3	9,6	10,1	9,7	8,9	9,9	8,2	5,4	8,4	7,1	6,0	9,0
11	10,1	8,7	7,3	10,5	8,9	7,8	10,7	9,9	8,4	10,0	9,1	7,9	11,5	10,5	9,2	10,9	9,9	9,3	10,5	10,1	9,3	10,0	9,4	8,0	10,3	9,6	9,1	10,7	9,5	7,8	10,7	9,8	8,7	10,6	7,8	5,2	9,4
12	7,6	6,2	3,0	7,9	6,1	3,6	8,9	7,4	5,4	8,5	7,0	5,9	7,9	7,3	6,2	12,1	10,8	8,1	12,6	11,9	10,7	12,0	10,9	9,5	10,4	9,6	8,7	10,3	9,4	7,7	10,8	9,5	7,0	11,3	8,6	5,6	8,7
13	12,0	9,3	5,2	10,5	8,9	6,6	11,2	10,1	9,2	10,9	9,7	8,6	11,3	10,7	9,6	11,4	10,9	10,0	12,9	11,6	10,3	13,3	12,7	12,1	12,5	11,3	10,2	11,4	10,4	8,9	11,5	9,4	7,7	11,0	9,9	8,5	10,4
14	9,3	8,0	5,9	11,2	10,0	8,5	11,2	9,4	7,6	12,6	10,9	8,7	11,5	10,7	9,9	11,7	10,7	8,6	12,2	11,8	10,9	12,6	11,9	10,6	12,2	11,3	10,3	11,2	10,8	10,4	11,1	10,2	8,6	10,9	9,7	8,1	10,4
15	10,3	9,8	8,6	11,1	9,8	8,3	10,5	9,3	7,7	12,3	10,2	6,8	11,9	11,4	10,7	12,1	11,3	10,1	13,3	12,6	11,4	13,0	12,4	11,5	13,2	12,6	12,3	12,5	11,6	10,7	12,6	11,8	10,8	10,3	9,4	9,0	11,0
16	10,0	9,2	7,9	10,1	9,2	7,6	11,3	9,9	7,3	10,9	10,2	9,6	10,5	9,8	8,3	12,0	10,6	9,6	12,2	11,0	8,5	12,4	11,6	10,0	0,0	0,0	0,0	13,7	11,8	9,1	12,7	10,5	6,2	11,6	10,9	9,8	9,6
Ср	8,8	**7,6**	5,9	9,1	**7,7**	6,1	8,9	**7,5**	5,8	8,7	**7,4**	5,9	9,3	**8,3**	6,8	9,7	**8,7**	7,5	9,8	**9,2**	8,2	10,0	**9,3**	8,3	9,5	**8,7**	7,7	9,4	**8,4**	7,1	9,4	**7,9**	6,3	9,4	**7,7**	5,7	8,2
сркв	2,0	**2,1**	3,2	2,1	**2,1**	2,8	2,1	**2,5**	3,5	3,0	**2,5**	2,8	2,1	**2,2**	3,0	1,8	**1,8**	2,3	2,4	**2,2**	1,9	2,3	**2,3**	3,2	4,9	**2,5**	5,2	2,5	**2,4**	2,8	3,0	**2,4**	2,8	2,0	**2,0**	3,8	1,5