

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра океанології та
морського природокористування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Мінливість солоності води в північно-західній частині Чорного
моря

Виконав студент 2 курсу групи МО-2
спеціальність 103 «Науки про Землю»
Булда Дар'я Володимирівна

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

Консультант: _____

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ 29 ” 10 2018 року

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

Булда Дар'я Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Мінливість солоності води в північно-західній частині Чорного моря

Керівник роботи: Гаврилюк Раїса Володимирівна, к.геогр.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджений наказом вищого навчального закладу від “05”.10. 2018р. № 271-С

2. Строк подання студентом роботи: 10 грудня 2018 року

3. Вихідні дані до роботи: Дані спостережень за солоністю води і характеристиками вітру на станціях Одеса і Южний за багаторічний період. Дані спостережень за стоком Дніпра і Дністра за багаторічний період.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Кількісні оцінки мінливості солоності води на станціях Одеса і Южний різного часового масштабу – між річної, сезонної і короткочасної. Кількісні оцінки взаємозв'язків мінливості солоності і стоку річок. Кількісні оцінки взаємозв'язків короткочасної мінливості солоності води і характеристик вітру.

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

Графіки мінливості солоності води різного часового масштабу на станціях Одеса і Южний

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 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	29.10.18.		
2	Отримання вихідних даних та підбір літератури за темою роботи	30.10.- 5.11.18.	90	відмінно
3	Розрахунки кількісних оцінок сезонної і між річної мінливості солоності води, взаємозв'язків зі стоком річок, їх аналіз і підготовка розділу роботи.	6-15.11.18	90	відмінно
4	Розрахунки кількісних оцінок короткочасної мінливості солоності води, їх аналіз і підготовка розділу роботи.	6-18.11.18.	90	відмінно
5	Розрахунки кількісних оцінок взаємозв'язків мінливості солоності води і характеристик вітру, їх аналіз і підготовка розділу роботи.	8-20.11.18	90	відмінно
6	Підготовка тексту магістерської роботи	19-22.11.18	90	відмінно
7	Рубіжна атестація	23.11.18	90	відмінно
8	Попередній захист роботи	2.12.18	90	відмінно
9	Здача роботи на кафедру	10.12.18		
10	Перевірка на плагіат	14.12.18		
11	Рецензування	20.12.18		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	відмінно

Студент _____ Булда Д.В.

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

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
2 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ.....	20
3 МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ ЮЖНИЙ.....	22
3.1 Сезонна мінливість солоності води на станції Южний.....	22
3.2 Короткочасна мінливість солоності на станції Южний.....	23
3.3 Короткочасна мінливість солоності на станції Южний.....	24
4 МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ ОДЕСА-ПОРТ.....	30
4.1 Сезонна мінливість солоності води на станції Одеса-Порт.....	30
4.2 Міжрічна мінливість солоності води на станції Одеса-Порт.....	31
4.3 Короткочасна мінливість солоності води на станції Одеса-Порт.....	38
ВИСНОВОК.....	43
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	45

АНОТАЦІЯ

Тема: «Мінливість солоності води в північно- західній частині Чорного моря»

Автор: Булда Д.В.

Актуальність обраної теми Одним з найважливіших показників гідрологічного режиму є солоність морської води, оскільки її розподіл не тільки впливає на поля щільності, і відповідно на термохалинну циркуляцію, але і служить пасивним трасером перенесення води, особливо в районах гирлових областей річок і гідрологічних фронтів. Крім того, солоність може розглядатися як один з індикаторів кліматичних змін, так як її величина в напівзамкненому басейні визначається, перш за все, співвідношенням потоків прісних вод (річкового стоку, опадів та випаровування), які в свою чергу залежать від глобальних та регіональних коливань гідрометеорологічних умов. У зв'язку з кліматичними змінами гідрометеорологічних умов в Чорному морі дослідження мінливості солоності води визначає актуальність обраної теми.

Мета роботи

Метою роботи є аналіз змін солоності води різного часового масштабу (міжрічних, сезонних та короткочасних) на станціях Одеса і Южний за матеріалами спостережень в сучасний період.

Об'єкт дослідження

Північно- західна частина Чорного моря і режим солоності води .

Предмет дослідження

Характеристики міжрічної сезонної та короткочасної мінливості солоності води на станціях Одеса і Южний.

Методи дослідження

При виконанні роботи використовуються традиційні методи досліджень – порівняльний та ретроспективний методи та методи статистичної обробки інформації.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення

В магістерській роботі отримано оцінки міжрічної сезонної та короткочасної мінливості солоності води на станціях Одеса і Южний.

Новизна магістерської роботи полягає в тому, що кількісні оцінки отримано за матеріалами спостережень за останні 20-30 років, тому вони суттєво уточнюють і доповнюють аналогічні оцінки з літературних джерел.

Рекомендації щодо використання результатів роботи за значенням галузі застосування

Результати аналізу мінливості солоності води різних часових масштабів можна використовувати в оперативній практиці ГМЦ ЧАМ.

Структура, обсяг роботи

Робота складається з 45 сторінок, вступу, чотирьох розділів, висновків, 29 рисунків, 16 таблиць, 8 літературних джерел.

Ключові слова

Чорне море, солоність морської води, міжрічна, сезонна і короткочасна мінливість.

SUMMARY

Theme: "The variability of water salinity in the northwestern part of the Black Sea"

Author: Bulda D.V.

Actuality of the chosen theme One of the most important indicators of the hydrological regime is the salinity of seawater, since its distribution not only affects the density fields, and accordingly thermohaline circulation, but also serves as a passive tracer of water transfer, especially in areas of the mouth regions of the rivers and hydrological fronts. In addition, salinity can be considered as one of the indicators of climate change, since its value in the semi-closed basin is determined, above all, by the ratio of freshwater flows (river runoff, precipitation and evaporation), which in turn depends on global and regional fluctuations in hydrometeorological conditions. Due to the climatic changes in the hydrometeorological conditions in the Black Sea, the study of the variability of salinity determines the relevance of the chosen theme.

The goal of the work

The purpose of the work is to analyze the variations in the water content of various time scales (inter-year, seasonal and short-term) at the stations of Odessa and Southern on the basis of observation materials in the modern period.

Object of study

North-western part of the Black Sea and salinity regime of water.

Subject of study

Characteristics of interannual seasonal and short-term variability of salinity of water at stations Odessa and Yuzhny.

Methods of research

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

Results, their novelty, theoretical and practical significance

In the master's work the estimations of inter yearly seasonal and short-term variability of water salinity at stations Odessa and Yuzhny were received.

The novelty of the master's thesis is that quantitative estimates are obtained from the observations of materials over the past 20-30 years, so they substantially refine and supplement similar estimates from literary sources.

Recommendations for using the results of work in the field of application

The results of the analysis of the variability of water salinity of different time scales can be used in the operational practice of Hydrometeorological center of the Black and Azov seas.

Structure, scope of work

The work consists of 75 pages, an introduction, four chapters, conclusions, 59 drawings, 12 tables, 19 literary sources.

Keywords

Black sea, salinity of sea water, between annual, seasonal and short-term variability.

ВСТУП

Чорне море являється внутрішнім морем басейну Атлантичного океану. Протокою Босфор з'єднується з Мармуровим морем, далі, через протоку Дарданелли (ці протоки часто називають чорноморськими протоками) - з Егейським і Середземним морями. Керченською протокою сполучається з Азовським морем. З півночі в море глибоко врізається Кримській півострів. Через Чорне море проходить водна межа між Європою і Малою Азією [1].

В умовах глобального потепління останніх десятиліть актуальність дослідження змін гідрометеорологічного режиму морів та їх регіонів значно зросла. Одним з найважливіших показників гідрологічного режиму є солоність морської води, оскільки її розподіл не тільки впливає на поля щільності, і відповідно на термохалинну циркуляцію, але і служить пасивним трасером перенесення води, особливо в районах гирлових областей річок і гідрологічних фронтів. Крім того, солоність може розглядатися як один з індикаторів кліматичних змін, так як її величина в напівзамкненому басейні визначається, перш за все, співвідношенням потоків прісних вод (річкового стоку, опадів та випаровування), які в свою чергу залежать від глобальних та регіональних коливань гідрометеорологічних умов. В режимі солоності води проявляється мінливість різного масштабу – короткочасна, сезонна і міжрічна. У зв'язку з кліматичними змінами гідрометеорологічних умов в Чорному морі дослідження мінливості солоності води визначає актуальність обраної теми [2].

Знання про зміни солоності води мають так само прикладне значення. При зміні солоності змінюється осадка судна. При великій солоності осадка судна менше, ніж при незначній. Це враховується для забезпечення безпеки плавання суден у прибережних водах.

Найбільш докладний аналіз мінливості солоності наводиться в [2], однак по станції Одеса-Порт даються тільки характеристики сезонної та міжрічної мінливості солоності води. Станція «Южний» в [2] не розглядалася. Тому становить інтерес виконати аналіз короткочасної мінливості солоності для станції Одеса-Порт, та провести повний аналіз характеристик мінливості солоності для станції Южний.

В даній роботі проводиться аналіз мінливості солоності різного масштабу на станції Южний з 1982 – 2011рр, та на станції Одеса з 1997 по 2015 рр.

Станція Южний розташована на пересипі Григорівського лиману де знаходиться один з найважливіших портів Южний, тому ці розрахунки мають дуже важливе значення для роботи порту. Станція Одеса-Порт розташована на території порту Одеса.

Порти моря широко використовується в господарському житті країни. Чорне море служить важливою транспортною магістраллю, по якій здійснюються великі за обсягом вантажні та пасажирські міжнародні та

внутрішньодержавні перевезення. Друге місце з економічної значущості займає напрям - рекреаційне використання чорноморського узбережжя. Порівняно скромне місце в останні роки займає рибальство. Істотну роль на сучасному етапі грає видобуток нерибних об'єктів - молюсків і водоростей.

Подальше господарське освоєння Чорного моря вимагає розвитку досліджень його природних умов.

1 ФІЗИКО – ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно з літературними джерелами [3], Чорне море лежить між паралелями $46^{\circ}38' \text{ пн. ш.}$ і $40^{\circ}54' \text{ пн. ш.}$ і меридіанами $27^{\circ}21' \text{ с. д.}$ і $41^{\circ}47' \text{ с. д.}$ і майже повністю оточене сушею, але не ізольовано від Світового океану. На південному заході воно через протоки Босфор і Дарданелли має вихід в Мармурове море (кордон між Чорним і Мармуровим морями проходить по лінії м. Румелі - Анадолу) і далі в Середземне море Атлантичного океану. Керченська протока з'єднує Чорне та Азовське моря, межею між якими служить лінія від м. Такіль до м. Панагія. Глибоко врізане в сушу Чорне море відноситься до внутрішніх морів [1].

Узбережжя сучасного Чорного моря досить різноманітно і представлено різними геоморфологічними типами берегів. Море оточують переважно абразійні, змінені морем берега. Значно рідше зустрічаються їх акумулятивні форми. При досить великій різноманітності берегових форм підводна частина чорноморської улоговини виглядає порівняно одноманітно. Її головна морфологічна особливість - поєднання великої та досить глибокої западини з переважно крутими схилами і значного за площею мілководдя в північно-західній частині, яке по суті являє собою найбільший за розмірами шельф Чорного моря. Порівняно широка смуга малих глибин простягається біля західного узбережжя і в Керченсько-Таманському районі. На переважній частині моря великі глибини знаходяться поблизу берегів, подекуди підступаючи до них майже впритул.

У сучасних межах воно характеризується наступними основними морфометричними показниками: площа – 422 тис. км², об'єм – 555 тис. км³, середня глибина – 1315 м, найбільша глибина – 2210 м ($43^{\circ}17' \text{ пн. ш.}$, $33^{\circ}28' \text{ с. д.}$) [4, 5].

Материкове положення, витягнутість уздовж паралелі при великій різниці широт північного і південного узбереж, відносно мала площа водного дзеркала зумовлюють загалом однорідні кліматичні умови на Чорному морі. Основні риси клімату моря в цілому формуються під впливом макроциркуляційних процесів, що протікають в середземноморському кліматичному регіоні. Разом з тим місцеві особливості, головним чином орографія і своєрідність обрисів деяких ділянок узбережжя, створюють помітні кліматичні відмінності одних районів Чорного моря від інших. На більшій частині просторів чорноморський клімат схожий з середземноморським (тепла й волога зима, жарке й сухе літо). Його південно-східна частина, захищена горами, характеризується кліматом вологих субтропіків (велика кількість опадів, тепла зима і спекотне літо).

Основні сезонні особливості погоди в середземноморському кліматичному регіоні, і зокрема над Чорним морем, визначаються взаємодією

Сибірського і Азорського максимумів, Азіатського мінімуму (Передньоазіатської депресії) і Середземноморського зимового циклону, назва якого обумовлена активізацією тут циклонічної діяльності взимку і її ослабленням влітку. Взимку синоптична обстановка зумовлює переважання майже над всім морем північно-східних вітрів з середньою місячною швидкістю $7 - 8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Тільки в південно-східній частині моря дмуть переважно східні вітри, середньомісячна швидкість яких $5 - 7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Розвиток сильних (більше $10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) і особливо штормових вітрів пов'язане головним чином з проходженням циклонів над морем. Загалом температура повітря взимку знижується від відкритого моря до берегів до $-2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на північному-заході, $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на північному-сході і до $+4 - 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на південному -сході. Мінімальна температура повітря над відкритим морем рідко буває нижче $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, але в північно-західній частині вона досягає $-4 - 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ [6].

Під впливом особливостей крупномасштабного розподілу тиску (гребінь Азорського максимуму і положення Азіатського мінімуму) влітку над усім морем переважають північно-західні вітри. Їх середня швидкість над відкритим морем дорівнює $3 - 5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, а над узбережжям - $2 - 5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Швидкість вітру зменшується в загальному з заходу на схід. Сильні, особливо штормові вітри влітку спостерігаються рідко. Вони виникають при проходженні циклонів. Поле температури повітря над морем і цю пору року досить однорідне. Середня місячна температура повітря в серпні змінюється від $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на північному заході до $23 - 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на заході і в центрі і до $24 - 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ на сході моря.

Численні річки, що впадають у Чорне море, вливають в нього за рік близько 346 км^3 прісної води. Найбільший стік дає Дунай (за середніми багаторічними даними близько $201 \text{ км}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$), Дніпро дає приблизно $52 \text{ км}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$, Дністер $10 \text{ км}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$, Південний Буг більше $2 \text{ км}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$, Інгул $0,2 \text{ км}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$. Всього річки північно-західній частині скидають у море 270 км^3 води в рік. Майже 80% сумарного річкового стоку Чорного моря надходить в північно-західну частину моря

Паводок річок Чорноморського басейну припадає на весну, тому в названий сезон в море надходить найбільша кількість прісної води. Восени відзначається мінімальний стік. Крім сезонних відмінностей, материковому стоку властивий і міжрічний хід. Він визначається мінливістю, від року до року, стоку найбільш водоносній річці – Дунаю[7].

Хороший прогрів поверхні Чорного моря обумовлює високу середню температуру ($8,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$) води в ньому. Взимку найбільш значні зміни температури від місця до місця відбуваються в мілководній північно-західному районі. У найхолоднішому місяці (лютому) вона змінюється тут від $-0,5 - 1,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ біля берегів і до $+7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ у відкритій частині. В області великих глибин температура води на поверхні в цей час року дорівнює $7-8 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Влітку відбувається подальше підвищення температури поверхневого шару води по всій площі до $25 - 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Разом з тим порушується весняна одноманітність температури. На карті видно, що вона підвищується з північного-заходу на південний-схід

(рис.1.1). Це збільшення не таке значне, як взимку, і відбувається воно більш плавно.

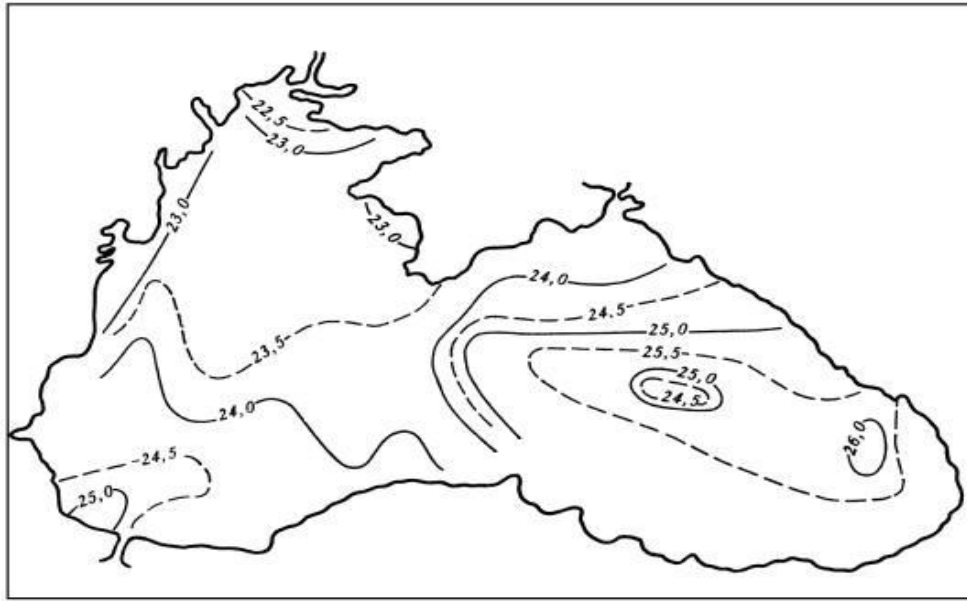


Рисунок 1.1 Розподіл температури води на поверхні Чорного моря влітку [3]

Розподіл температури по вертикалі для більшої частини року характеризується її найбільшими величинами на поверхні, деяким зниженням до горизонтів 60 – 75 м, звідки вона дуже повільно підвищується з глибиною і у дна на глибинах 2000 м досягає 9,2 °С, що пояснюється геотермічним припливом тепла від дна. На горизонтах 75 – 100 м розташовується холодний проміжний шар, вода якого протягом усього року зазвичай має температуру 7 – 8 °С у відкритих районах моря. Сезонні зміни температури води проявляються до горизонтів 150 – 200 м, однак найбільш чітко вони виражені у верхньому 50 – 60 метровому шарі, а їх ступінь в чому залежить від особливостей атмосферних процесів над морем.

Мінливість солоності морської води в прибережній зоні Чорного моря на основі рядів спостережень на морських гідрометеорологічних станціях і постах до 1986 р. всебічно розглянута у відповідній главі монографії [8].

Великий річковий стік і надходження солоних Мармурових вод обумовлюють досить високу (21,90 ‰) середню солоність Чорного моря. Однак солоність на його поверхні в середньому майже вдвічі менше солоності поверхневих вод Світового океану. В даний час склалась відносна сталість сольового бюджету Чорного моря, що пояснюється збалансованими величинами надходження солей з нижньої течії Босфору і річковим стоком і їх виносу верхньою босфорською течією.

Як видно з карти (рис. 1.2), розподіл солоності на поверхні моря характеризується її незначним (від 17,5 до 18,3 ‰) збільшенням з північного-заходу на південний-схід. Це пояснюється вже згадуваним впливом річок, що впадають в північно-західну частину моря. Знижена до 5 – 10 ‰ солоність спостерігається також у вузькій прибережній смузі, поблизу гирл великих річок. Невелике опріснення у Керченської протоки і біля східного берега

Криму викликано проникненням сюди менш солоних вод Азовського моря. Величини поверхневої солоності змінюються по сезонах, що найбільш чітко проявляється в районах з низькою солоністю.

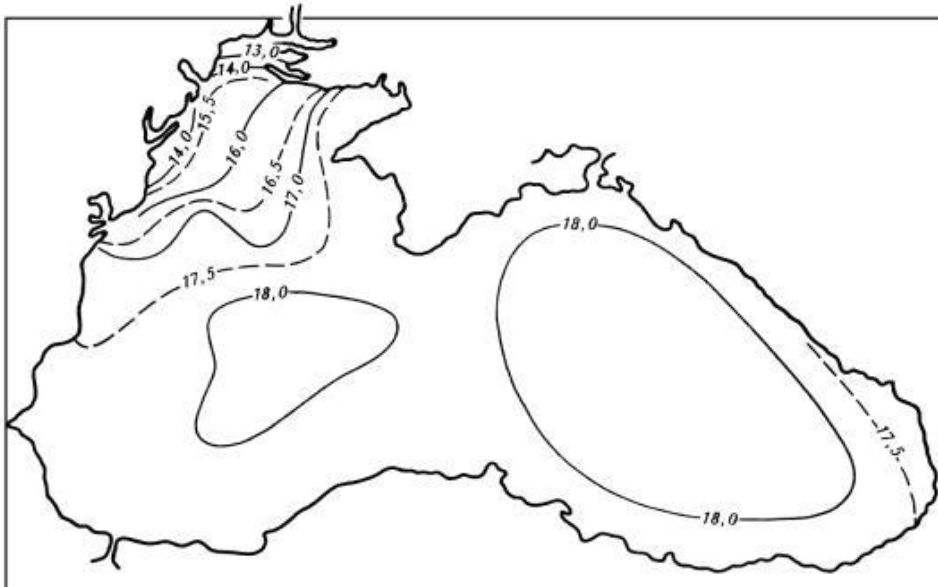


Рисунок 1.2 Розподіл солоності на поверхні Чорного моря влітку [3]

Взимку солоність трохи підвищена у зв'язку зі зменшенням припливу річкових вод в море, в північно-західній частині якого її збільшення сприяє збільшенню солоності при льодоутворенні. Влітку значний річковий стік і надходження азовської води підтримують розпріснення, а морські течії поширюють його на східному і південно-західному березі Криму.

Солоність збільшується з глибиною у відкритій частині моря від значень 17 – 18 ‰ на поверхні до 22,5 ‰ у дна. Важлива особливість розподілу солоності по вертикалі – існування постійного в часі галокліна між горизонтами 100 – 150 м, в якому вона збільшується від 18,5 до 21,0 ‰. Значні відмінності величин солоності на різних горизонтах пояснюються розпріснюючим впливом річкового стоку, надходженням в глибинні шари моря солоних (34 – 35 ‰) Мармурових вод та особливостями загальної циркуляції вод Чорного моря. Помітні сезонні зміни солоності простежуються до горизонту 150 м в західній частині моря і до 100 – 120 м у східній. Глибше вертикальний хід солоності однаковий по всьому морю.

Температура і солоність визначають величини і розподіл густини вод Чорного моря. У відкритих районах вона дещо більше, ніж в прибережній зоні. Взимку і восени вода на поверхні моря більш щільна в порівнянні з весною і влітку. Густина збільшується з глибиною. Лише біля самого дна під впливом деякого нагрівання води за рахунок геотермічного теплового потоку, переходу від верхньої водної маси до проміжної зустрічається одночасно кисень і сірководень.

Взимку солоність трохи підвищена у зв'язку зі зменшенням припливу річкових вод в море, в північно-західній частині якого її збільшення сприяє

збільшенню солоності при льодоутворенні. Влітку значний річковий стік і надходження азовської води підтримують розпріснення, а морські течії поширюють його на східному і південно-західному березі Криму.

Глибинна водна маса дещо поступається за обсягом проміжній (45,0 %) і охоплює весь шар води від горизонту 1000 м і до дна. Для неї характерні температура 8,9 – 9,2 °С і солоність 22,2 – 22,3 ‰. Вміст сірководню значно збільшується з глибиною. Судячи з термохалінних характеристик на нижніх горизонтах проміжної і верхніх горизонтах глибинної водної маси (800 – 1000 м) помітної межі між ними фактично не виявляється. Більш правильно вважати, що між горизонтами 150 – 200 м і 1500 м (верхня межа шару придонної конвекції) розташовується глибинна вода, а від 1500 м і до дна – придонна водна маса. Цей підрозділ добре узгоджується з динамічними процесами в Чорному морі.

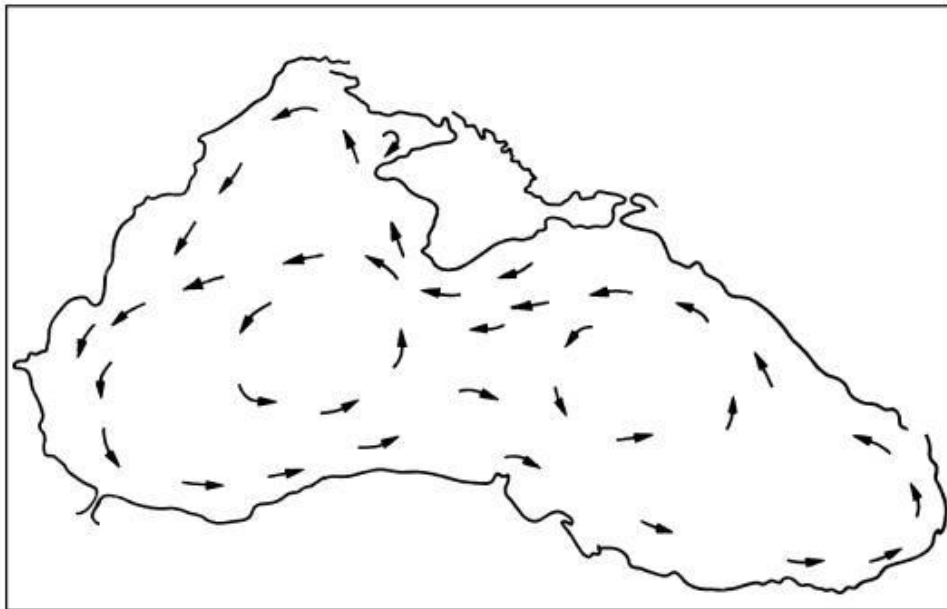


Рисунок 1.3 Течії на поверхні Чорного моря

Узагальнена схема течій в поверхневому шарі Чорного моря наведена на рис. 1.3. На ньому видно циклонічну течію, яка оперізує все море поблизу берегів. Всередині цього кільця простежуються циклонічні кругообіги зі швидкостями течій до $10 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ в центральних і до $25 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ в периферійних областях[9].

На більш глибоких горизонтах (150 – 500 м) циркуляція в загальному схожа з поверхневою. Великі швидкості течій тут спостерігаються в Прибосфорськiм, Сухумському районах і у м. Сарич. Найбільші середні швидкості течій відзначені на горизонті 150 м. У шарі 700 – 1600 м напрямки течій зазвичай узгоджуються з напрямками у вище розташованих горизонтах. Лише в Прибосфорському районі глибинні течії слідуєть рельєфу дна. Їх швидкість дорівнює $6 - 7 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$. Вимірювання придонних швидкостей в районах моря показали, що їх швидкості зменшуються з віддаленням від

материкового схилу, а товщина рухомого придонного шару збільшується від 2,5 – 3,0 до 5,0 м відповідно на відстані 20 і 100 км від берега. Швидкості придонних течій можуть досягати $300 \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$ (розріз м. Бафра – Сочі). Отже, горизонтальна циркуляція в Чорному морі добре помітна від поверхні до дна.

Вертикальні рухи вод в ньому навпроти виражені слабо в зв'язку з їх перешарованими по густині. Оцінки швидкостей вертикальних струмів в залежності від інтенсивності квазістаціонарних вихорів показали, що в зонах сильних вихорів швидкість дорівнює $5 \cdot 10^{-3} \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$, а в зонах слабких вихорів - $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ см} \cdot \text{с}^{-1}$. В умовах Чорного моря зони конвергенції виражені слабо. Їх ознаки проявляються в суміжних районах циклонічних кругообігів, де відбувається сходження або розбіжність течій.

Своєрідними фронтальними зонами слугують області зіткнення річкових і морських вод. Видиму межу між ними створює відмінність в кольорі кожної з цих вод. Найбільш яскраві фронтальні зони спостерігаються в північно-західній частині моря і у Кавказьких берегів, де зосереджений значний річковий стік.

Відповідно до обрисів моря, типовими полями вітру над ним, сильне хвилювання найбільш часто розвивається в північно-західній, північно-східній і центральній частинах моря. Залежно від швидкості вітру і довжини розгону в морі переважають хвилі заввишки 1 – 3 м. У відкритих районах максимальні висоти хвиль забезпеченістю 5 % досягають 11 м, а при дуже сильних штормах вони можуть і перевищувати цю величину. Південний-захід і південний-схід моря – найбільш спокійні райони, де сильне хвилювання спостерігається рідко і хвилі заввишки більше 3 м майже не утворюються. Прибережній зоні властиві хвилі дрібного моря.

Рівень моря зазнає сезонні коливання. Зазвичай більш високе стояння рівня спостерігається в травні – липні, а його зниження у жовтні – листопаді, а в деяких місцях в січні – лютому. Різниця між літнім і зимовим положеннями рівня дорівнює 30–40 см. Ці коливання створюються в основному за рахунок неоднакового від сезону до сезону надходження річкових вод в море, тому вони найбільш чітко виражені в районах впливу материкового стоку.

Значні за величиною неперіодичні зміни рівня викликають згони і нагони, поява яких пов'язана з певним розвитком атмосферних процесів в межах природного синоптичного періоду, тривалістю зазвичай 4 – 8 діб. Згінно-нагінні коливання рівня неоднакові в різних районах моря і в різні сезони. На заході найбільші нагони викликають північно-східні та східно-північно-східні вітри, а на північному-заході – південно-східні. До найбільш сильних згонів на заході і північному-заході призводять західно-північно-західні і північно-західні вітри. У Кавказьких берегів вітри одних і тих же напрямків можуть викликати або згінні зниження, або нагінні підвищення рівня залежно від місцевих особливостей узбережжя.

Найбільші за величиною згінно-нагінні коливання рівня (більше 30 см) спостерігаються в жовтні – лютому в західному і північно-західному районах

моря. У коливаннях рівня Чорного моря помітно виражені сейши з періодами від декількох хвилин до 1 – 2 год і з амплітудами зазвичай до 40 – 50 см і дещо більше. Сейши малих (2 – 3 хв) періодів і амплітуд утворюються в основному при хвилюванні у відкритому морі і при трансформації великих хвиль в прибережній зоні. Сейши зі значними періодами і амплітудами виникають при різких коливаннях атмосферного тиску і при проходженні циклонів.

Чорне море широко використовується в господарському житті країни. Насамперед воно служить важливою транспортною магістраллю, по якій здійснюються великі за обсягом вантажні та пасажирські перевезення. Чорноморські порти обслуговують численні міжнародні та внутрішньодержавні лінії морського транспорту. Другий з економічної значущості напрям – рекреаційне використання чорноморського узбережжя. Порівняно скромне місце в останні роки займає рибальство. Однак чорноморські рибогосподарські підприємства ведуть океанічний промисел, що обумовлює їх загальнодержавне значення. Істотну роль на сучасному етапі грає видобуток нерибних об'єктів – молюсків і водоростей. І намічається широкий розвиток марикультури в різних районах узбережжя Чорного моря.

Подальше господарське освоєння Чорного моря вимагає розвитку, досліджень його природних умов. За останні роки у вивченні Чорного моря зроблені чималі успіхи. Однак ще залишилися і з'явилися нові важливі дослідницькі проблеми. В якості прикладів найбільш істотних з них можна привести вивчення механізму формування вертикальної структури моря і її різновидів, роль динамічних і термохалінних процесів у ньому, з'ясування просторово-часової мінливості характеристик різних масштабів, дослідження динаміки прибережної зони, вирішення питання про походження сірководню в морі та ін. Разом з вирішенням таких великих, але приватних проблем в даний час стоїть актуальне завдання – створення природно-економічної моделі Чорного моря, яку можна розглядати як складну природну систему з багатьма прямими і зворотними зв'язками і взаємодією з господарською діяльністю людей. Така узагальнена модель дозволить дати науково обґрунтовані рекомендації для подальших досліджень та ефективного господарського використання Чорного моря [3].

Григорівський лиман відноситься до числа порівняно не великих приморських водоймищ [10] який розташований за 30 км. на сході від Одеси.

Довжина лиману близько 7,3 км, ширина - до 1,2 км (середня ширина близько 0,8 км), площа водного дзеркала близько 6,0 км². Загальна протяжність берегової лінії лиману разом з пересипом, який відокремлює лиман від моря і дамбою з дорогою, розташованою у верхній частині, становить близько 14 км. Довжина східного більш низького і пологого берега близько 7 км, а західного більш високого і крутого - близько 5 км. В даний час Григорівський лиман являє собою штучно відкриту водойму. Виник Григорівський лиман в результаті затоплення морем гирла річки малий

Аджалик та утворення пересипу відокремили його від моря. Геологічна історія лиману пов'язана з процесами коливання рівня моря в регіоні. У II - III ст. н. е. почалося повільне підвищення рівня моря, (що триває досі) і визначило сучасні розміри і вигляд водойми. Глибина врізу лиману в корінні відкладення 36 м.

Гідрохімічний режим Григорівський лиман до розкриття піщаного пересипу в 1971р, належав до групи малих лиманів північного Причорномор'я закритого типу. Зв'язок лиману з морем здійснювалася через спеціально прориті для рибогосподарських цілей канали. Гідрохімічний режим в цей період формувався за рахунок виключно природних факторів - материкового стоку, атмосферних опадів і випаровування. Внутрішньорічний хід солоності був протилежний ходу рівня.

Після розкриття пересипу та утворення протоки шириною близько 500 м, будівництва в 1978р судноплавного каналу і днопоглиблювальних робіт по влаштуванню причалів порту Южний і Одеського припортового заводу, лиман перетворився на морську затоку з своєрідним гідролого-гідрохімічними режимом. Морфометричні особливості лиману - відносно невеликі розміри, орієнтація з півночі на південь, вітровий режим і відкритий водообмін з морем через судноплавний канал, об'єм води, в якому становить близько 2/3 частини обсягу вод лиману, стали причиною різкої мінливості його гідролого- гідрохімічних умов.

У сучасних умовах основну роль у формуванні режиму течій і рівня лиману грає вітер. Вітри північного і південного напрямків, орієнтовані по осі лиману і мають найбільшу повторюваність протягом року, призводять до виникнення дрейфових та компенсаційних течій, до швидкої зміни гідрологічних умов.

Внутрішньорічний хід солоності води поверхневого шару лиману в цілому відповідає ходу солоності прилеглої акваторії .Мінімальні значення солоності (6 - 7‰) в поверхневому горизонті лиману відзначають навесні. Це пов'язано з надходженням трансформованих вод з Дніпровсько-Бузького лиману в період повені. Максимальні значення солоності в поверхневому горизонті -15 - 16‰ відзначають восени і взимку, а також влітку після згону вітрів північних румбів. У меншій мірі на мінливість солоності в поверхневому горизонті мають опади і випаровування. Розподілу солоності в придонному горизонті лиману, особливо його глибоководної частини, характеризується слабкою сезонною мінливістю і високими значеннями солоності - 16 - 18‰ о. Більшу частину року в лимані відзначають двошарову структуру вод зі значними вертикальними градієнтами температури і солоності, що формують термо- і галокліна. Це пов'язано з надходженням в лиман трансформованих вод з Дніпровсько-Бузького лиману з малою солоністю. Ці води, як правило, займають поверхневий (3 - 5 м) шар лиману.

У придонний горизонт, через судноплавний канал, надходять солоні води відкритої частині північно-західного шельфу Чорного моря. В результаті осіннього охолодження і перемішування вод відбувається

вирівнювання розподілу солоності по вертикалі. Гідрохімічний режим лиману в цілому схожий з режимом прилеглої до лиману акваторії Чорного моря.

Порт Одеса – один з найбільших портів України – обладнано в Одеській затоці, що знаходиться в північно-західній частині Чорного моря. До нього примикає місто Одеса – великий культурний і промисловий центр України.

Адреса: Одеський морський торговельний порт, пл. Митна 1, м. Одеса, 65026, Україна.

Одеська затока заходить у берег між мисом Ланжерон ($46^{\circ}29' \text{ N}$, $30^{\circ}46' \text{ E}$) і мисом Північний Одеський, що знаходиться за 4,9 милі на NNE від мису Ланжерон. Берег вершини затоки низький і піщаний, але в напрямку до входних мисів він поступово підвищується. Північний берег високий і стрімкий. Глибини в північно-східній частині затоки до 10 м. У центральній і північній частинах затоки є банки і підводні перешкоди [11].

Гідрометеорологічні відомості. Вітри. У районі порту Одеса протягом року переважають північно-західні вітри. З жовтня по лютий частими бувають також північні і північно-східні вітри, а з березня по вересень – південно-східні і південні вітри. Швидкість вітру з жовтня по березень у середньому становить 6 - 7 м/с, з квітня по вересень – 5 м/с. Максимальна швидкість вітру – 30 м/с. Кількість днів зі штормом у середньому 38 на рік.

Кількість днів з туманом буває у середньому 38 на рік. Найчастіші вони з жовтня по квітень, коли середньо-місячна кількість днів з туманами становить 3 - 7, а максимальна – 8 - 16.

Коливання рівня пов'язані переважно зі згінно-нагінними явищами. Північно-західні вітри знижують рівень, а східні – підвищують. Найбільша величина згінно-нагінних коливань рівня становить 2,9 м.

Течії в Одеській затоці слабкі; швидкість їх зазвичай 0,1 - 0,2 вузла і навіть при сильних вітрах рідко перевищує 0,6 вузла [11]

2 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ

На станціях Южний та Одеса-Порт використовувалися дані спостережень за солоністю та вітром. Дані спостережень за солоністю та вітром взяті за період 1982-2011рр. для станції Южний, та за період 1997-2015 рр. для станції Одеса-Порт з таблиць ТГМ-1.

Використовувались середньомісячні значення, максимальні і мінімальні строкові значення солоності води. Солоність визначалася на станції Южний : титруванням, на станції Одеса-Порт : електрометричним методом. Положення станцій показано на рис. 2.1. Координати станції Одеса-Порт $46^{\circ}30'13''$ пн. ш. $30^{\circ}44'40''$ сх. д. Координати станції Южний $46^{\circ}37'00''$ пн. ш. $31^{\circ}01'33''$ сх. д [12].

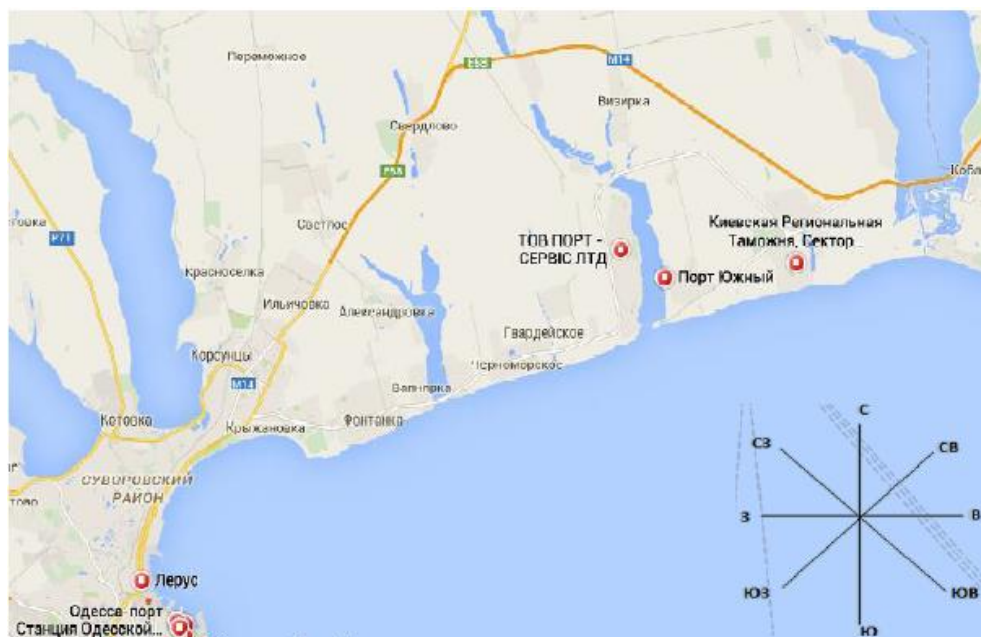


Рисунок 2.1 Положення станції Южний та Одеса-Порт [12]

Розраховувалися статистичні характеристики мінливості, будувалися графіки часової мінливості, будувалися лінійні тренди, а також розраховувалась повторюваність напрямку вітру для екстремальних значень солоності на станціях Одеса-Порт та Южний.

Для солоності розглядалася сезонна, міжрічна і короткочасна мінливість [13].

Для сезонної мінливості були використані дані по середньомісячним значенням гідрометеорологічних характеристик на станції. Для кожного місяця розраховувалися статистичні характеристики: середнє, максимальне, мінімальне, розмах коливань і середнє квадратичне відхилення (СКВ).

За середніми, максимальними і мінімальними значеннями був побудований сезонний хід солоності води. Був проведений аналіз отриманих результатів.

На станції Южний перевірялась залежність мінливості солоності морської води від стоку річки Дністер та Дніпро. Дані по стоку бралися за період 1986 – 2004 рр [7].

Короткочасна мінливість спостерігалася по екстремальним терміновим значенням (максимальні і мінімальні значення). Розраховувалися статистичні характеристики, будувався сезонний хід. Були побудовані графіки міжрічних коливань для максимальних і мінімальних значень солоності на станції.

Для солоності проводився аналіз зв'язку між екстремальними значеннями солоності і напрямками вітру. Розраховувалась сумарна нормована (%) повторюваність вітрів з суші і з моря в дні екстремальних значень солоності на станції Одеса та Южний.

3 МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ ЮЖНИЙ

3.1 Сезонна мінливість солоності води на станції Южний

В табл. 3.1.1 представлені середні багаторічні величини солоності на станції Южний, середньо квадратичні відхилення, а також екстремальні середньомісячні значення (максимум і мінімум, розмах коливань) за весь зазначений період спостережень з 1982 по 2011рр.

Таблиця 3.1.1 Статистичні характеристики для середньомісячної солоності

Міс Хар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Scp	14,46	14,41	13,16	12,14	12,12	13,33	14,69	14,98	15,13	14,21	13,60	13,81	13,84
Smax	16,46	17,67	16,37	15,89	16,46	17,61	17,57	17,33	17,58	17,42	17,79	16,7	17,07
Smin	10,95	10,57	9,23	7,32	8,14	9,88	11,63	10,05	13,55	11,18	9,94	10,86	10,28
Роз-х	5,51	7,1	7,14	8,57	8,32	7,73	5,94	7,28	4,03	6,24	7,85	5,84	
СКВ	1,44	1,70	1,94	2,15	1,89	1,97	1,21	1,54	1,05	1,59	1,66	1,45	

Примітка: Scp – середня за місяць солоність; Smax, Smin – максимальна і мінімальна солоність відповідно; Роз-х – розмах; СКВ- середньо квадратичне відхилення.

З табл. 3.1.1 видно, що середня солоність за рік на станції дорівнює 13,84 ‰, максимальна 17,07 ‰, мінімальна 10,28 ‰. За середніми, максимальними і мінімальними значеннями середньомісячної солоності побудовані криві сезонного ходу солоності морської води (рис. 3.1.1).

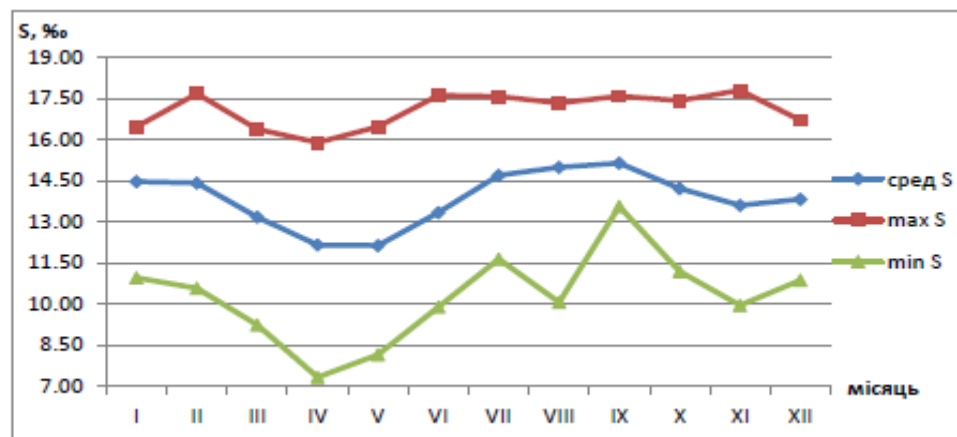


Рисунок 3.1.1 Криві сезонного ходу середньомісячної солоності морської води

Розглянемо спочатку криву середніх значень середньомісячної солоності. На графіку можна бачити, що мінімальне значення (12,12 ‰) солоності спостерігаються в квітні та травні, що обумовлено впливом річкового стоку в Дніпро – Бугзький лиман, максимальні значення спостерігаються у вересні (15,13 ‰), що обумовлено великим випаровуванням і мінімальними опадами та мінімальним стоком в цей час. Розмах сезонних коливань становить 3-7‰. По кривій максимальних значень середньомісячної солоності видно, що мінімальне значення (15,89 ‰) солоності спостерігаються у квітні, максимальні значення спостерігаються в листопаді (17,79 ‰ - листопаді 2001р) і в лютому другий максимум 17,67 ‰.

По кривій мінімальних значень середньомісячної солоності можна сказати, що мінімальна солоність спостерігалася в квітні (7,32 ‰), максимум спостерігається у вересні (13,55 ‰).

3.2 Міжрічна мінливість солоності на станції Южний

Тенденції міжрічних змін солоності представлені на рис. 3.2.1, де по середнім річним значенням показаний графік змін солоності на станції Южний і лінія тренда.

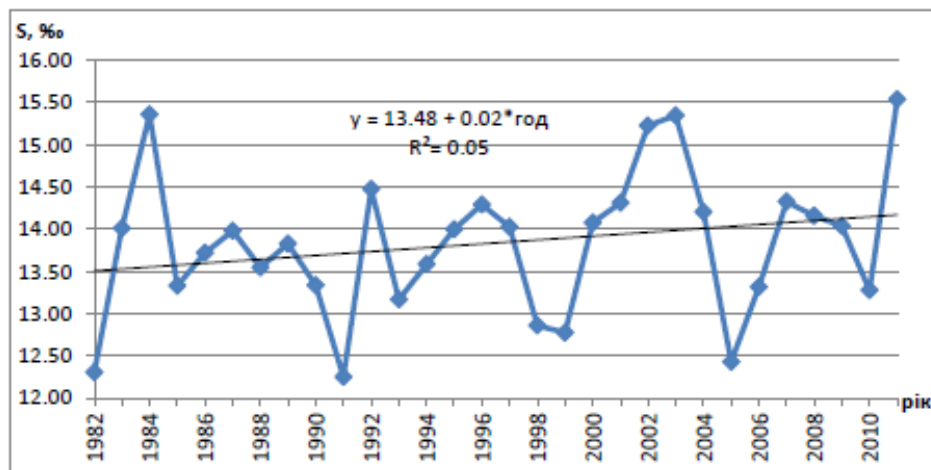


Рисунок 3.2.1 Міжрічні коливання середньорічних значень солоності води

З графіка видно, що за період 1982 – 2011рр. в багаторічних змінах солоності спостерігається слабкий позитивний тренд. Тренд є статистично не значущим. Можна також відмітити, що в багаторічних коливаннях солоності присутні хвильові коливання з періодами від 2 – х до 5 – ти років [1,14].

Для аналізу багаторічної мінливості солоності води в залежності від стоку річок використовувались данні по стоку Дніпра та Дністра [7,15,16]. На рис. 3.2.2 та 3.2.3 показано мінливість середньорічної солоності води на станції Южний та стік Дніпра та Дністра відповідно за період 1982 – 2004рр.

З графіків (рис.3.2.2 та 3.2.2) видно, що зміни солоності на станції Южний добре узгоджуються зі стоком Дніпра, а зі стоком Дністра узгодженість не спостерігається. Коефіцієнти кореляції між стоком річок та солоністю також підтверджують цей висновок: коефіцієнт кореляції зі стоком Дніпра дорівнює $-0,694$ (значущий на рівні $0,01$), а зі стоком Дністра дорівнює $-0,351$ (не значущий).

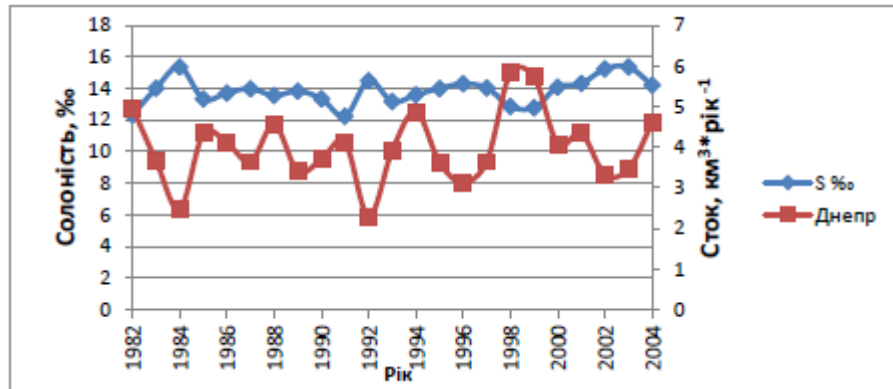


Рисунок 3.2.2 Мінливість середньорічної солоності і середньорічного стоку річки Дніпро

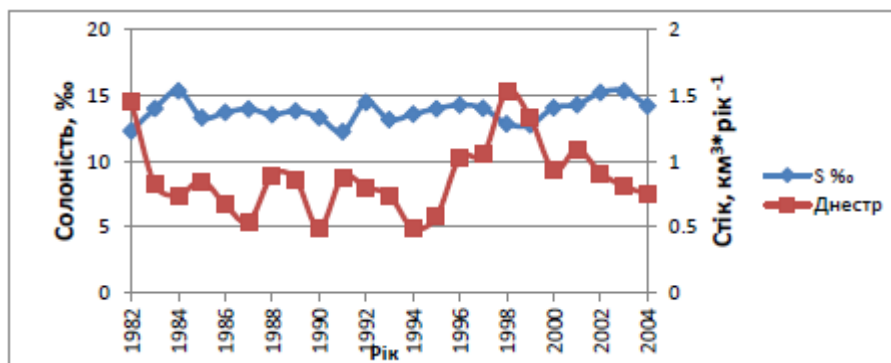


Рисунок 3.2.3 Мінливість середньорічної солоності і середньорічного стоку річки Дністра

3.3 Короткочасна мінливість солоності на станції Южний

Таблиця 3.3.1 - Характеристики короткочасної мінливості солоності води на станції Южний (1982-2011 рр.)

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	рік
Н.В	3,73	3,95	4,66	4,61	4,47	3,78	2,57	2,48	2,18	3,04	3,70	3,95	3,59
П.В	4,75	5,13	5,34	4,15	4,18	4,15	3,49	2,68	3,33	3,73	4,62	5,02	4,21

Роз-х	8,48	9,08	10,00	8,67	8,65	7,93	6,06	5,16	5,51	6,77	8,32	8,97	7,80
-------	------	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Примітка Н.В. – Негативне відхилення від середнього. П.В. – позитивне відхилення від середнього. Роз-з- розмах коливань.

На станції Южний впродовж року позитивні відхилення від середнього місячного значення солоності декілька перевищують негативні, особливо восени та зимою. Найбільші негативні відхилення припадають на період з грудня по березень, що можна пояснити впливом стоку Дніпра, та наслідками зимових опадів. Найбільші позитивні відхилення спостерігаються в весінні місяці (березень- квітень), що можна пояснити нагоними процесами в ці місяці року. Розмах короточасних змін також має сезонний хід з максимумом з грудня по березень, а мінімумом – в серпні-вересні та знаходиться в межах 5,2‰-10,0 ‰.

Для оцінки короточасної мінливості розглядалися екстремальні значення солоності за даними строкових спостережень. В табл. 3.3.2 та табл. 3.3.3 представлені статистичні характеристики для максимальної солоності води та мінімальної відповідно.

Таблиця 3.3.2 Статистичні характеристики для максимальної солоності води за даними строкових спостережень

Місяць Хар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Scp	18,19	18,36	17,82	16,75	16,59	17,11	17,26	17,46	17,61	17,25	17,30	17,76
Smax	20,65	21,31	19,6	19,47	18,81	19,86	19,47	19,63	19,23	19,76	20,26	20,26
Smin	13,6	16,31	14,6	12,37	13,42	14,76	15,13	14,63	16,19	14,73	15,79	14,21
розмах	7,05	5,0	5,0	7,1	5,39	5,1	4,34	5,0	3,04	5,03	4,47	6,05
СКВ	1,33	1,26	1,06	1,88	1,51	1,46	2,32	1,06	0,94	1,28	2,33	1,36

За середніми, максимальними і мінімальними значеннями максимальної солоності води за даними строкових спостережень були побудовані криві сезонного ходу солоності морської води (рис. 3.3.1).

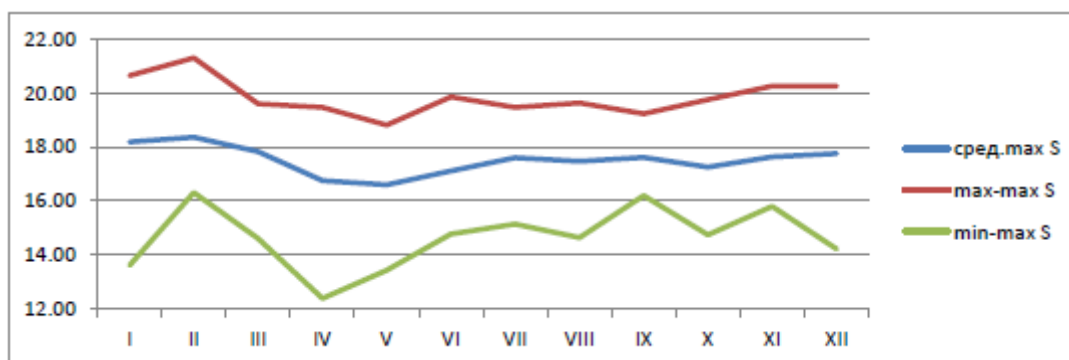


Рисунок 3.3.1 Криві сезонного ходу максимальної солоності морської води за даними строкових спостережень

Середнє значення максимальної солоності на станції Южний знаходиться в межах 16,6 – 18,4‰. Мінімальні значення припадають на весняні місяці (квітень, травень), а максимальні на зимові (з грудня по лютий).

Максимальні з максимальних значень солоності досягають 18,8 – 21,3‰, а мінімальні з максимальних знаходяться в межах від 12,4 – 16,3‰.

По мінімальним строковим значенням солоності також розраховувались статистичні характеристики, результати яких наведено в табл.3.3.3

Таблиця 3.3.3 Статистичні характеристики для мінімальної солоності води за даними строкових спостережень

Місяць Хар.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Scp	9,71	9,28	7,82	7,99	7,94	9,18	11,20	12,30	12,10	10,48	8,98	8,79
Smax	14,34	17,12	14,6	13,29	14,6	15,65	15,5	14,99	14,99	15,39	15,27	13,29
Smin	5,02	5,15	1,47	4,1	4,5	6,07	8,04	8,33	8,43	6,86	4,75	4,5
розмах	9,32	11,97	13,13	9,19	10,1	9,58	7,46	6,66	6,56	8,53	10,52	8,79
СКВ	2,75	2,60	2,80	2,19	2,25	2,35	1,74	1,74	1,51	2,19	2,51	2,12

За середніми, максимальними і мінімальними значеннями мінімальної солоності води за даними строкових спостережень були побудовані криві сезонного ходу солоності морської води (рис. 3.3.2).

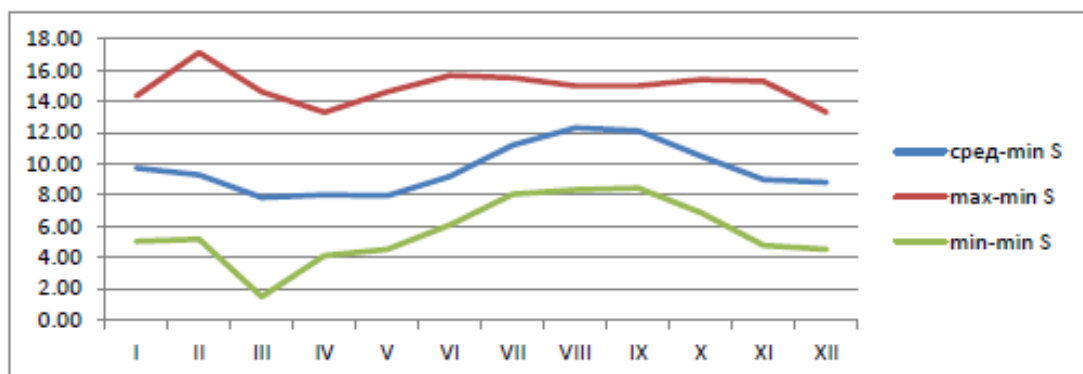


Рисунок 3.3.2 Криві сезонного ходу мінімальної солоності морської води за даними строкових спостережень

Середнє значення мінімальної солоності на станції Южний знаходиться в межах від 7,8 – 12,3‰. Мінімальні значення припадають на березень, максимальні на серпень.

Максимальні з мінімальних значення солоності води досягають 13,3 – 17,1‰, а мінімальні з мінімальних значення солоності – від 1,5 до 8,4‰. Тобто мінімальна строкова солоність має продовж року більшу мінливість ніж максимальна строкова.

Виконувався аналіз міжрічної мінливості екстремальних (максимальних та мінімальних) строкових значень солоності води на станції Южний. Результати наведено на рис.3.3.3 та 3.3.4

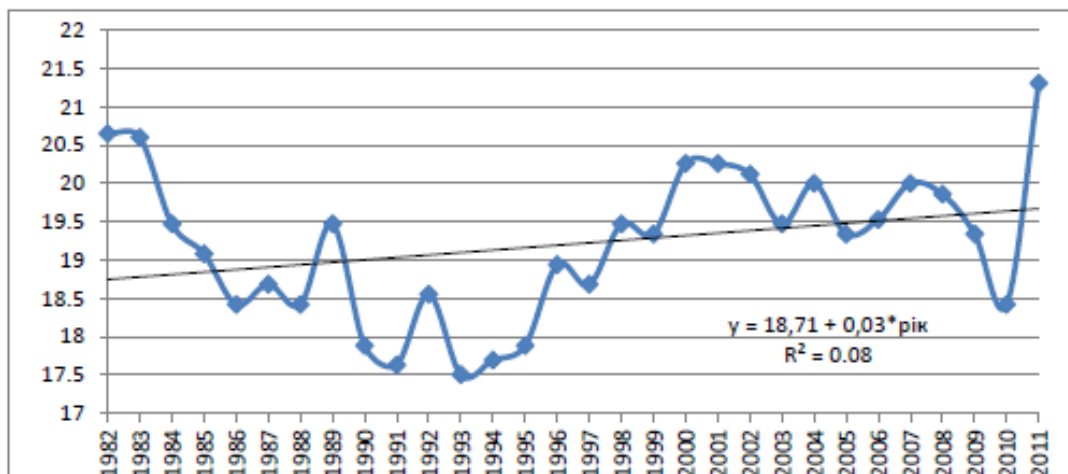


Рисунок 3.3.3 Міжрічні коливання максимальних значень солоності води за даними строкових спостережень

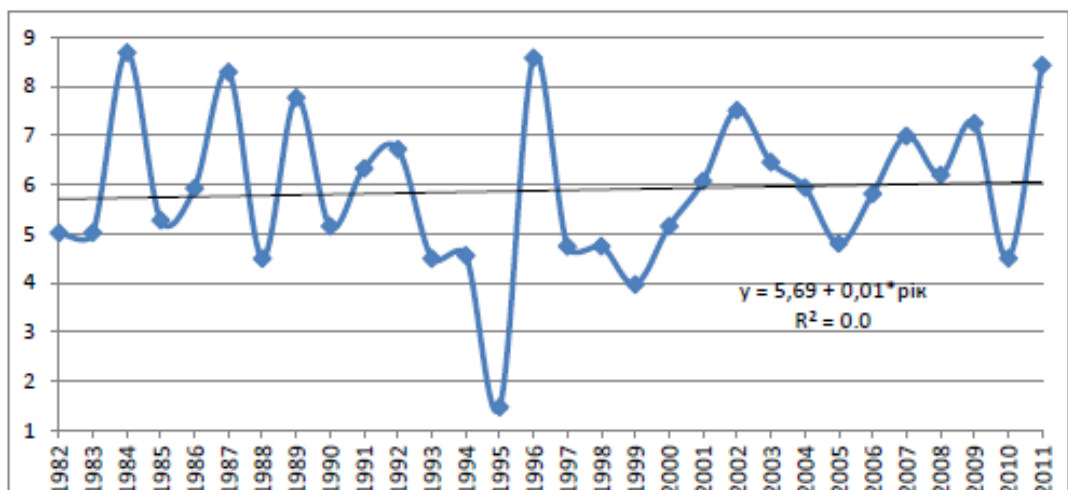


Рисунок 3.3.4 Міжрічні коливання мінімальних значень солоності води за даними строкових спостережень

З графіків можна бачити, що в міжрічній мінливості максимальних строкових значень солоності спостерігається слабкий позитивний тренд, а в

мінімальних строкових значеннях солоності такий тренд відсутній. Можна також відмітити, що міжрічна мінливість мінімальної солоності приблизно в два рази більша за мінливість максимальної солоності. Цей висновок потрібно враховувати при завантаженні суден, так як це впливає на їх осадку.

Представляє інтерес проаналізувати, як пов'язані екстремальні значення солоності води з характеристиками вітру [17,18]. Для цього з таблиць ТГМ– 1 виписувались екстремальні значення солоності води та відповідні їм напрямки вітру. За весь період спостережень для кожного місяця окремо розраховувались повторюваності напрямків вітру, які спостерігаються в строк максимальної та мінімальної солоності води, а потім розраховувалася сумарна нормована повторюваність по всіх вітрах, які дмуть з моря і дмуть з берега (табл. 3.3.7). Результати розрахунків наведені в таблицях 3.3.4 та 3.3.5

Таблиця 3.3.4 Повторюваності напрямків вітру по термінових спостереженнями за максимальною солоністю

Міс.	Пн	Пн ПнСх	Пн Сх	СхПн Сх	Сх	СхПд Сх	Пд Сх	Пд ПдСх	Пд	Пд ПдЗ	ПдЗ	ЗПд З	З	ЗПн З	ПнЗ	Пн ПнЗ
I	20	10					3,3			6,7	13,3		13,3	6,7	20	3,3
II	26,7	3,3	6,7		3,3				10		20		10		3,3	13,3
III	20	3,3	3,3	3,3		3,3	13,3	3,3	13,3	6,7	6,7	3,3	10	3,3	3,3	
IV	6,7	6,7			3,3	6,7	6,7	13,3	26,7	13,3	3,3			6,7		3,3
V	23,3	3,3			6,7	10		6,7	26,7	10	6,7		3,3			
VI	13,3	10		3,3			6,7	10	23,3	10	6,7		3,3	3,3	3,3	3,3
VII	10							6,7	20	20	10		3,3	6,7	3,3	16,7
VIII	16,7		3,3			3,3		10	16,7	16,7				3,3	6,7	20
IX	26,7		6,7		3,3		3,3	10	10	10	3,3	6,7		10	3,3	3,3
X	23,3	13,3	10			3,3		3,3	10	3,3	3,3		3,3	6,7	10	6,7
XI	6,7	3,3	3,3	3,3			10	10	13,3	6,7	10	6,7	6,7		10	6,7
XII	3,3	10	3,3						6,7	10	3,3	6,7	3,3	6,7	26,7	16,7

Таблиця 3.3.5 Повторюваності напрямків вітру по термінових спостереженнями за мінімальною солоністю

Міс.	Пн	Пн ПнСх	Пн Сх	СхПн Сх	Сх	СхПд Сх	Пд Сх	Пд ПдСх	Пд	Пд ПдЗ	ПдЗ	ЗПд З	З	ЗПн З	ПнЗ	Пн ПнЗ
I	10	23,3	6,7		16,7			6,7		3,3	10				10	10
II	10		13,3		30	6,7	6,7	3,3		3,3	3,3		3,3		6,7	10
III	20	3,3	16,7		10	13,3	6,7	3,3		6,7	3,3		3,3	3,3		6,7
IV	6,7	10	6,7	6,7	13,3	3,3	16,7			3,3	6,7			3,3	10	
V	16,7	3,3	6,7	3,3	10		6,7	10	10	6,7				6,7	6,7	10
VI	13,3	13,3	3,3		6,7	3,3	3,3		3,3	16,7	10		3,3	3,3	6,7	6,7
VII	26,7		10		6,7				3,3	13,3	6,7			10	3,3	16,7
VIII	23,3	3,3	3,3	6,7	3,3				6,7	13,3	3,3		3,3		13,3	16,7

IX	13,3	6,7	6,7	3,3	3,3	3,3	3,3			6,7	3,3		13,3	10	13,3	10
X	20	13,3	3,3	6,7	6,7	6,7	3,3	10	3,3	10	3,3			3,3	3,3	3,3
XI	13,3	10	10	3,3	20	10	6,7		3,3					3,3	10	6,7
XII	10		10	10	16,7	3,3	6,7	6,7	3,3	3,3	6,7		3,3	3,3	10	3,3

Норми повторюваності різних напрямків вітру для станції Южний наведено в табл.3.3.6 [2,18].

Таблиця 3.3.6 Норми повторюваності напрямів вітру на станції Южний

Румб	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	Пдз	З	ПнЗ
Повт.,%	32,8	6,0	11,8	4,5	20,2	5,6	10,4	6,8

Згідно з положенням станції відносно до сторін Світу вітри, які дмуть з суші це – північно – східний, північний, північно – західний та західний, а вітри, які дмуть з моря це – східний, південно – східний, південний та південно – західний [18].

Максимальна строкова солоність води спостерігається в лютому, а мінімальна в березні.

Для цих місяців розраховувалась сумарна нормована повторюваність вітрів, які дмуть з суші та з моря. Значення нормованої повторюваності розраховуються для кожного румба поділом фактичної повторюваності (%) на норму (табл. 3.4.7), а потім знаходиться сума по всіх румбам (з моря і з суші окремо). Результати розрахунків наведено нижче.

Таблиця 3.3.7 сумарна нормована повторюваність вітрів на станції Южний

Вітри Хар. S%, місяць	Вітри з суші	Вітри з моря
Smax,%, лютий	3,4	4,5
Smin,%, березень	3,7	3,2

Як видно з таблиці, максимальна строкова солоність води обумовлена в більшій мірі вітрами, які дмуть з моря та притискають води відкритого моря в район станції. Мінімальні строкові значення солоності обумовлені більшою мірою вітрами з суші.

4 МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ ОДЕСА-ПОРТ

4.1 Сезонна мінливість солоності води на станції Одеса-Порт

Таблиця 4.1.1 - Статистичні характеристики мінливості солоності води на станції Одеса-Порт(1997-2015 рр.)

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Scp	13,68	13,59	13,59	12,18	12,70	13,49	14,09	14,48	14,95	14,36	13,38	13,70	13,68
СКВ	2,47	2,50	2,35	2,36	2,21	1,67	1,19	0,97	0,90	1,37	2,12	2,20	
Розмах	8,70	8,85	8,51	8,46	8,12	6,13	4,76	3,60	3,25	5,23	7,38	7,90	8,85
Smin	8,67	8,48	8,65	7,83	8,40	10,16	11,49	12,73	13,39	11,41	9,30	8,98	9,96
Smax	17,37	17,34	17,16	16,29	16,51	16,28	16,25	16,33	16,64	16,64	16,68	16,88	16,70

Примітка: Scp – середня за місяць солоність; Smax, Smin – максимальна і мінімальна солоність відповідно; Роз-х – розмах; СКВ- середньо квадратичне відхилення.

З табл. 4.1.1 видно, що середня солоність за рік на станції дорівнює 13,68 ‰, максимальна 16,7 ‰, мінімальна 9,96 ‰.

За середніми, максимальними і мінімальними значеннями середньомісячної солоності побудовані криві сезонного ходу солоності морської води (рис. 4.1.1).

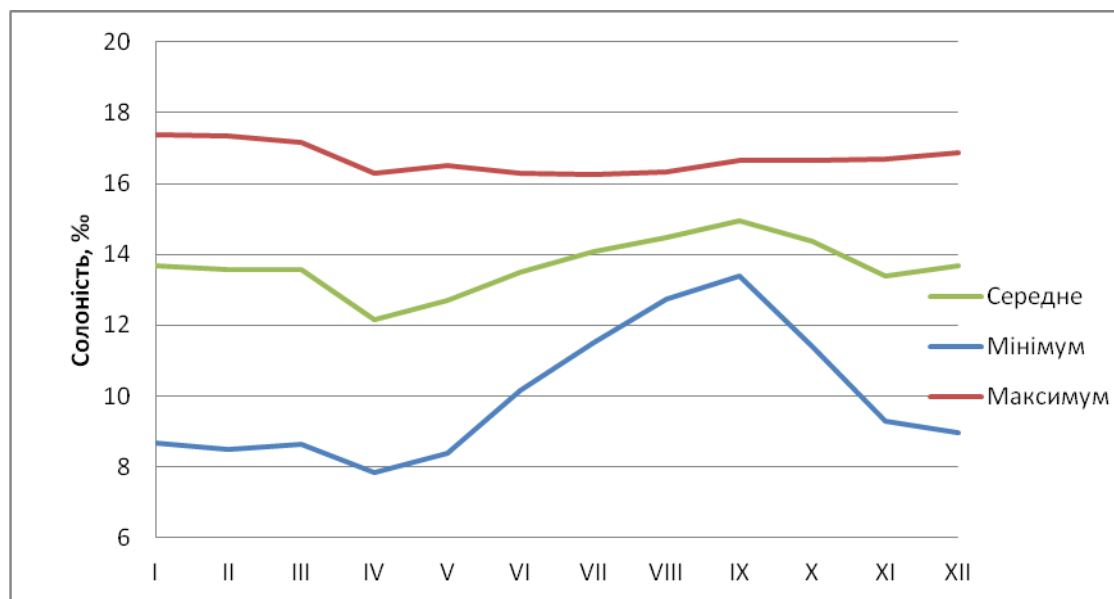


Рисунок 4.1.1 Криві сезонного ходу багаторічної середньомісячної солоності морської води

На графіку сезонного ходу по кривій середніх значень середньомісячної солоності можна бачити, що мінімальне значення (12,18 ‰) солоності спостерігається в квітні, що обумовлено впливом річкового стоку, максимальні значення спостерігаються у вересні (14,95 ‰), що обумовлено великим випаровуванням і мінімальними опадами та мінімальним стоком в цей час.

По кривій максимальних значень середньомісячної солоності видно, що мінімальне значення (16,25 ‰) солоності спостерігаються у червні та липні, максимальні значення спостерігаються в січні (17,37 ‰).

По кривій мінімальних значень середньомісячної солоності можна сказати, що мінімальна солоність спостерігалася в квітні (7,83 ‰), максимум спостерігається у вересні (13,39 ‰).

При цьому абсолютний максимум за період спостереження складає 20,49 ‰ 10 жовтня 2003 року, абсолютний мінімум спостерігався 8 січня 2000р і складав 2,87 ‰.

4.2 Міжрічна мінливість солоності води на станції Одеса-Порт

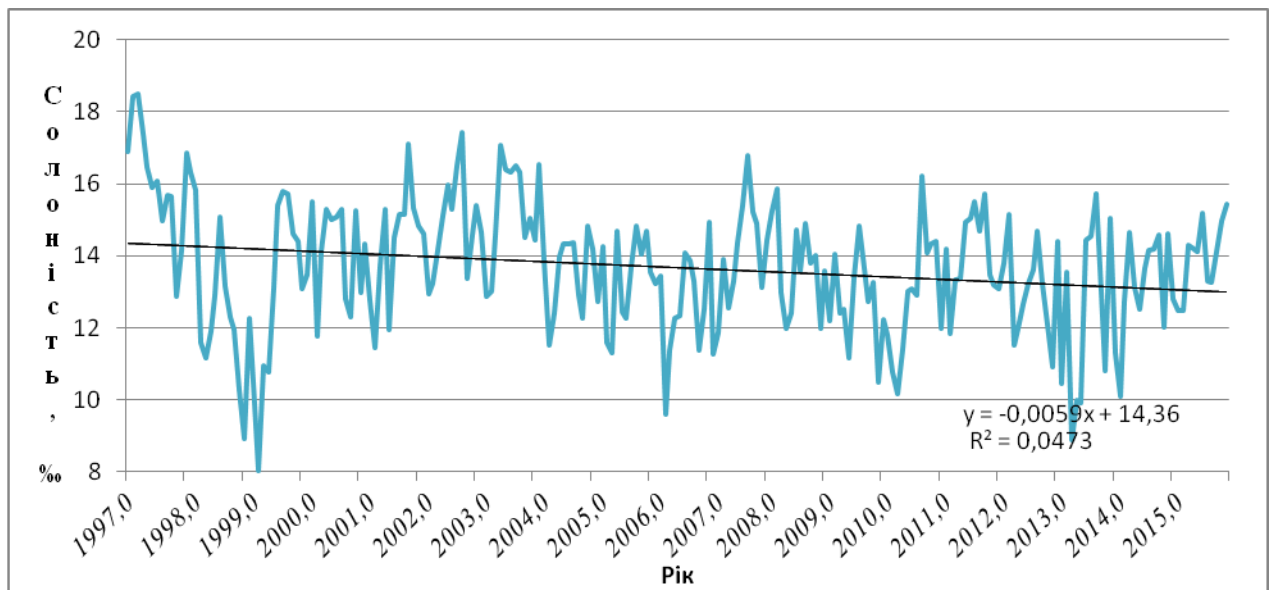


Рисунок 4.2.2 Хід середньомісячних значень солоності з 1997 по 2015 роки. На графіку представлені : лінія тренду, рівняння та значення величини достовірності апроксимації.

Незважаючи на відсутність вагомих довгострокових тенденцій, стік річок зазнає суттєвих міжрічних коливань з періодами від 2 до 7 років, які не можуть не впливати на зміни солоності верхнього шару вод в пригирлових і відкритих районах ПнЗЧ Чорного моря [2,17]. Щоб зрозуміти як впливають коливання стоку рік на солоність були побудовані графіки міжрічної мінливості середньомісячних величин солоності з 1997 по 2015 роки.



Рисунок 4.2.3 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності за даними берегових спостережень на станції Одеса-порт. Рівняння і коефіцієнт (R^2) наведені на малюнку.



Рисунок 4.2.4 Міжрічна мінливість середньомісячних величин солоності в січні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.5 Міжрічна мінливість середньомісячних величин солоності в лютому за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.6 Міжрічна мінливість середньомісячних величин солоності в березні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.7 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в квітні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.8 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності у травні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.9 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в червні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.10 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в липні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.11 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в серпні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.12 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в вересні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.13 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в жовтні за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.14 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в листопаді за даними станції Одеса-Порт.



Рисунок 4.2.15 Міжрічна мінливість середньорічних величин солоності в липні за даними станції Одеса-Порт.

Аналізуючи Рис 4.2.4-4.2.15 мінливості середньорічних величин в кожен місяць року, можна зробити висновок про існування квазі-дворічної мінливості солоності води, що підтверджує зв'язок між коливаннями стоку рік, та солоністю в північно-західній частині Чорного моря [2].

4.3 Короткочасна мінливість солоності води на станції Одеса-Порт

Для аналізу короткочасної мінливості солоності води використовувались максимальні та мінімальні її значення за місяць за даними строкових спостережень. За досліджуваний період розраховувались середні значення цих характеристик та визначались позитивні та негативні відхилення від середнього місячного значення, а також розмах коливань. Результати представлено в таблиці 4.3.1

Таблиця 4.3.1 - Статистичні характеристики короткочасної мінливості солоності води на станції Одеса-Порт(1997-2015 рр.)

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
Н.В	5,008	5,104	4,937	4,342	4,307	3,333	2,597	1,751	1,562	2,943	4,078	4,718	5,850
П.В	3,693	3,748	3,575	4,119	3,812	2,793	2,166	1,851	1,687	2,285	3,304	3,186	3,690
Роз-х	8,701	8,853	8,512	8,462	8,119	6,126	4,762	3,602	3,249	5,228	7,382	7,904	9,540

Примітка Н.В. – Негативне відхилення від середнього. П.В. – позитивне відхилення від середнього. Роз-з- розмах коливань.

На станції Одеса-Порт негативні відхилення переважають позитивні, особливо в зимовий період. В літній період позитивні та негативні відхилення майже зрівнюються. Це можна пояснити переваженням нагоних процесів в холодне півріччя року, які притискають до берега більш солоні води відкритого моря. Найменші позитивні відхилення спостерігаються в червні-жовтні, тобто в місяці річкового стоку Дністра та розпріснення води. Найбільші негативні відхилення з січня по травень обумовлені наслідками зимових опадів та максимумом річкового стоку, а в листопаді-грудні є наслідками зростання опадів. Розмах короточасних змін солоності води також має сезонний хід з максимумом в зимові місяці, та мінімумом влітку. Впродовж року розмах короточасної мінливості солоності води на станції Одеса-Порт знаходиться в межах 3,2‰-8,85‰. Максимальний розмах спостерігається в зимовий період (січень- максимум), мінімальний в літній (серпень-вересень).

Таблиця 4.3.2 Статистичні характеристики для максимальної солоності води за даними строкових спостережень

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Scp	17,37	17,34	17,16	16,29	16,51	16,28	16,25	16,33	16,64	16,64	16,68	16,88
СКВ	1,21	1,55	1,23	1,23	1,34	1,96	1,23	1,42	1,48	1,69	1,61	1,39
Розмах	4,10	5,25	5,26	4,50	4,19	6,52	4,29	6,66	5,14	5,99	5,32	6,12
Smin	15,60	14,92	14,34	14,31	14,28	13,29	14,39	13,71	13,84	14,50	14,68	12,87
Smax	19,70	20,17	19,60	18,81	18,47	19,81	18,68	20,37	18,98	20,49	20,00	18,99

За середніми, максимальними і мінімальними значеннями максимальної солоності води за даними строкових спостережень були побудовані криві сезонного ходу солоності морської води (рис. 4.3.1).

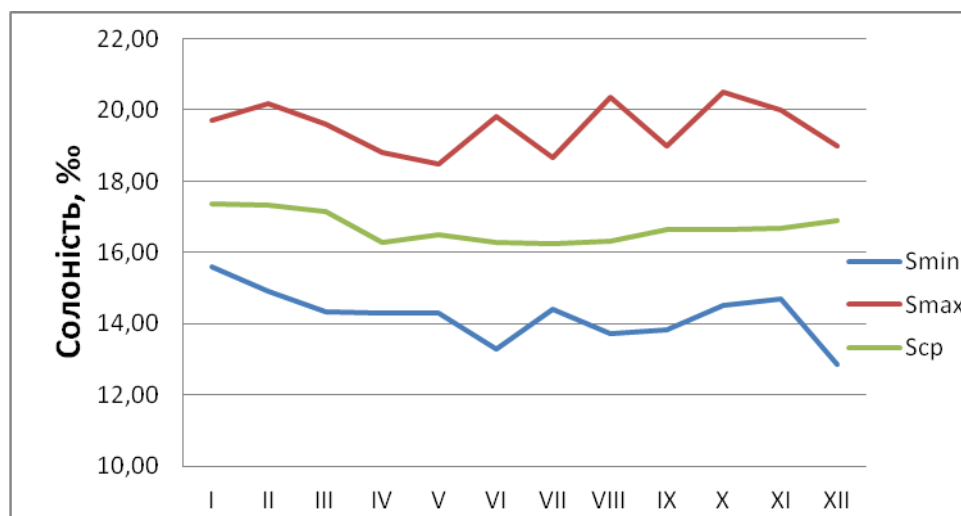


Рисунок 4.3.1 Криві сезонного ходу максимальної солоності морської води за даними строкових спостережень

Таблиця 4.3.3 Статистичні характеристики для мінімальної солоності води за даними строкових спостережень

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Scp	8,67	8,48	8,65	7,83	8,40	10,16	11,49	12,73	13,39	11,41	9,30	8,98
СКВ	3,14	2,90	3,14	2,99	2,61	2,27	2,14	1,35	1,27	2,45	2,63	2,44
Розмах	12,18	10,99	13,21	11,81	10,11	9,33	8,53	5,02	4,62	8,61	11,06	11,32
Smin	2,87	4,08	3,97	3,25	4,10	5,60	6,26	9,61	10,79	7,23	4,36	3,12
Smax	15,05	15,07	17,18	15,06	14,21	14,93	14,79	14,63	15,41	15,84	15,42	14,44

За середніми, максимальними і мінімальними значеннями мінімальної солоності води за даними строкових спостережень були побудовані криві сезонного ходу солоності морської води (рис. 4.3.2).

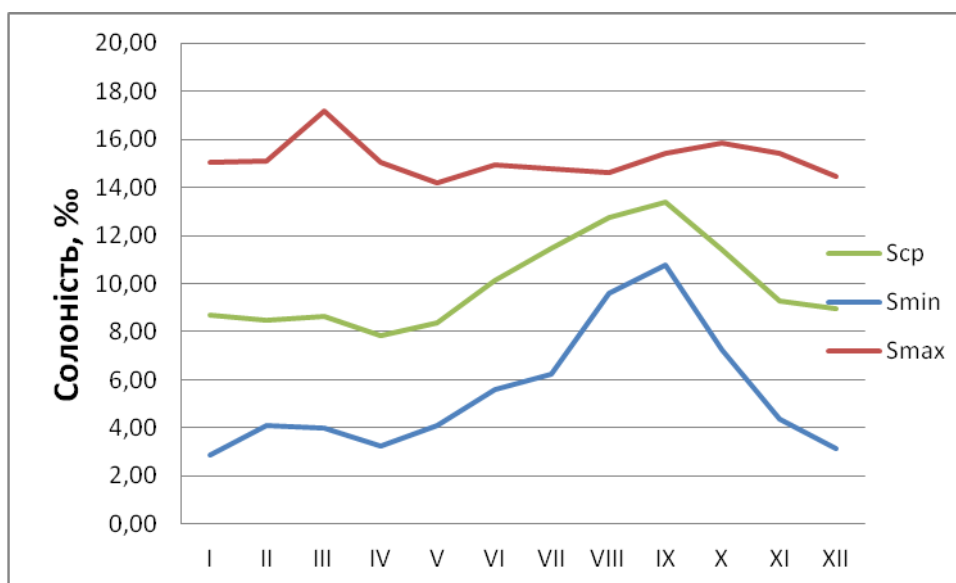


Рисунок 4.3.2 Криві сезонного ходу мінімальної солоності морської води за даними строкових спостережень

Таблиця 4.3.4 Повторюваності напрямків вітру по термінових спостереженнями за максимальною солоністю

Міс	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
I	15	0	5	5	10	5	10	50
II	15,76	5,26	0	15,8	7,9	10,53	10,52	34,13
III	13,15	0	0	26,3	20,95	13,2	7,95	18,35
IV	2,65	2,65	2,65	36,85	15,85	10,6	18,4	10,55
V	6,75	2,25	2,25	40,95	22,65	13,5	2,25	9
VI	7,95	0	2,65	28,9	28,9	2,65	15,8	13,15
VII	18,1	4,5	0	20,35	20,35	9	6,75	20,35
VIII	4,7	16,65	9,5	26,15	11,8	7,1	2,35	21,35
IX	5	0	0	42,5	12,5	7,5	5	27,5
X	15,8	21,1	7,9	23,7	18,45	5,3	2,65	5,3
XI	16,6	2,75	8,25	27,75	22,2	5,55	0	16,6
XII	10	2,5	12,5	12,5	10	7,5	10	35

Таблиця 4.3.5 Повторюваності напрямків вітру по термінових спостереженнями за мінімальної солоністю

Міс	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
I	15	10	25	17,5	5	0	12,5	15
II	10	17,5	12,5	10	7,5	7,5	5	30
III	5,25	13,1	7,9	15,75	5,25	0	18,4	34,15
IV	18,4	13,15	2,65	15,85	7,9	7,95	13,2	21
V	12,5	5	15	27,5	7,5	5	2,5	25
VI	15,8	5,3	13,15	7,95	10,5	0	5,3	42,1
VII	16,65	2,35	4,7	33,3	7,15	2,35	9,5	23,8
VIII	6,75	4,5	11,25	15,75	4,5	2,25	6,75	47,65
IX	17,4	10,85	2,15	13,05	8,65	0	8,7	34,8
X	7,9	10,5	2,65	10,6	15,8	2,65	7,95	42,15
XI	2,5	22,5	20	10	10	2,5	15	17,5
XII	10,5	23,7	13,15	15,75	5,25	2,65	10,6	18,4

Норми повторюваності різних напрямків вітру для станції Южний наведено в табл.4.3.6 [2].

Таблиця 4.3.6 Норми повторюваності напрямів вітру на станції Южний

Румб	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повт.,%	14,8	7,6	9,2	12,5	15,0	4,6	16,1	15,6

Згідно з положенням станції відносно до сторін Світу вітри, які дмуть з суші це – північно – східний, північний, північно – західний та західний, а вітри, які дмуть з моря це – східний, південно – східний, південний та південно – західний [19].

Максимальна строкова солоність води спостерігається в лютому та в жовтні, а мінімальна в січні та квітні.

Для цих місяців розраховувалась сумарна нормована повторюваність вітрів, які дмуть з суші та з моря. Значення нормованої повторюваності розраховуються для кожного румба поділом фактичної повторюваності (%) на норму (табл. 3.4.7), а потім знаходиться сума по всіх румбам (з моря і з суші окремо). Результати розрахунків наведено нижче.

Таблиця 4.3.7 сумарна нормована повторюваність вітрів на станції Южний

Вітри Хар. S‰, місяць	Вітри з суші	Вітри з моря
S _{max} ,‰, лютий	3,9	1,79
S _{max} ,‰, жовтень	1,57	3,98
S _{min} ,‰, квітень	3,4	2,08
S _{min} ,‰, січень	2,75	4,45

Як видно з таблиці, в жовтні максимальна строкова солоність води обумовлена в більшій мірі вітрами, які дмуть з моря та притискають води відкритого моря, але в лютому максимальна строкова солоність спостерігається при вітрах з суші.

Мінімальні строкові значення солоності обумовлені більшою мірою вітрами з суші у квітні, вітрами з моря у січні.

ВИСНОВКИ

1. За даними спостережень на береговій станції Одеса- порт спостерігається негативний тренд багаторічної мінливості солоності. За період з 1997 по 2015 рр. солоність води за тредом знизилась на 1,3‰. Це узгоджується з висновками в літературних джерелах, за якими солоність прибережних вод України зменшилася в середньому майже на 1,0 ‰. Найбільш значущий тренд спостерігається в лютому, та дорівнює -0,24 ‰, що призвело до падіння значення солоності на 4,32 ‰ за період з 1997 по 2015рр. Ці тенденції є наслідками багаторічних змін компонент водного балансу моря, регіональної динаміки вод, а також локальних природних і антропогенних факторів.

На станції Южний з 1982 по 2011 рр спостерігався слабкий позитивний тренд солоності води.

На станції Одеса-Порт середня багаторічна солоність становить 13,68 ‰, максимальна 16,7 ‰, мінімальна 9,96 ‰.

На станції Южний середня багаторічна солоність становить 13,84 ‰, максимальна 17,07 ‰, мінімальна 10,28 ‰.

2. В сезонному ході солоності максимум спостерігається в вересні, мінімум в квітні. Розмах сезонної мінливості досягає 2,86 ‰

На станції Одеса-порт в сезонному ході середніх значень максимум спостерігається в вересні, мінімум також в квітні. Розмах сезонної мінливості досягає 2,77 ‰

Зміни солоності на станції Южний добре узгоджуються зі стоком Дніпра. Коефіцієнти кореляції дорівнює -0,694 (значущий на рівні 0,01). А зі стоком Дністра узгодженість не спостерігається, коефіцієнт кореляції дорівнює - 0,351 (не значущий).

3. Аналіз короткочасної мінливості солоності води на станції Южний за даними строкових спостережень показав, що розмах коливань по максимальним значенням солоності досягає 7‰ (в січні та квітні), а по мінімальним значенням - 13‰ (в березні), що значно перевищує розмах сезонних коливань. Аналіз зв'язків мінливості екстремальних значень солоності води показав, що максимальна строкова солоність води обумовлена в більшій мірі вітрами, які дмуть з моря та притискають води відкритого моря в район станції, а мінімальні строкові значення солоності обумовлені більшою мірою вітрами з суші.

Розмах короткочасних змін солоності води на станції Одеса також має сезонний хід з максимумом в зимові місяці, та мінімумом влітку. Впродовж року розмах короткочасної мінливості солоності води на станції Одеса-Порт знаходиться в межах 3,2‰-8,85‰. Максимальний розмах спостерігається в зимовий період (січень- максимум), мінімальний в літній (серпень-вересень). В жовтні максимальна строкова солоність води обумовлена в більшій мірі вітрами, які дмуть з моря та притискають води відкритого моря, але в лютому максимальна строкова солоність спостерігається при вітрах з суші.

Мінімальні строкові значення солоності обумовлені більшою мірою вітрами з суші у квітні, вітрами з моря у січні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV: Черное море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия . Под ред. Симонова А.И., Альтмана Э.Н. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат, 1991. 430 с.
2. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В. Гидрометеорологические условия морей Украины. Т.2. Черное море. Севастополь, 2012. 420с.
3. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV: Черное море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия. Под ред. Смирнова А.И., Альтмана Э.Н. Санкт-Петербург: Гидрометиздат, 1991. 430 с.
4. Гончаров В.П. и др. Площади и объемы Средиземного и Черного морей. Океанология. 1995. Т.5, вып.6 . 992 с.
5. Леонов А.К. Региональная океанология. Ч. 1 Л.: Гидрометиздат, 1960. 765 с.
6. Справочник по климату Черного моря. М.: Гидрометеиздат, 1974. 405 с.
7. Иванов В.А., Ильин Ю.П. Атмосферные и гидрологические условия, способствующие распространению речных вод в северо-западной части Черного моря. Комплексные экологические исследования Черного моря. Севастополь: МГИ НАН Украины, 1995. С.81.
8. Блатов А.С., Булгаков Н.П., Иванов В.А., Косарев А.Н., Тужилкин В.С. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря Л.: Гидрометиздат, 1984. 240 с.
9. Ivanov L.I., Samodurov A.S. The role of lateral fluxes in ventilation of the Black Sea J. of Marine Systems, 2001, 31. pp. 174.
10. Под ред. А. К. Виноградова. Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского) лимана ; Э40 Монография Одесса: Астропринт, 2008. 264 с.
11. Люція Чорного та Азовського морів. Міністерство транспорту України. Державний департамент морського і річкового транспорту. Державна установа «держгідрографія». Київ, 2004. 318с
12. <https://www.google.com.ua/maps/@46.4931883,30.749856,14.8z?hl=ru>
13. <https://meteo.gov.ua/>
14. Ilyin Y.P. Observed long-term changes in the Black Sea physical system and their possible environmental impacts . Climate forcing and its impact on the Black Sea marine biota. №39 in CIESM workshop monographs F. Bianchi (ed.). Monaco: CIESM, 2010. pp. 35-44.
15. Ильин Ю.П. Распространение речных вод Природные условия взморья реки Дунай и острова Змеиный: современное состояние экосистемы Под ред. Иванова В.А., Гошовского С.В. Севастополь: МГИ НАНУ, 1999. С.59-73.

16. Ильин Ю.П. Гидрологический режим распространения речных вод в северо-западной части Черного моря Тр. УкрНИГМИ. 2006. вып. 255. С. 251.

17. Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. Режим ветра северо-западной части Черного моря и его климатические изменения Сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь, 2009. Вып.17. С.243.

18. Полонский А.Б., Бардин М.Ю., Воскресенская Е.Н. Изменчивость черноморских циклонов во второй половине XX века Морской гидрофизический журнал. 2007. С. 58.

19. Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів К:Держгідрографія, 2009. 356 с.