

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний  
інститут

Кафедра океанології та  
морського природокористування

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Температурний режим і проява апвелінгу в літній період року в районі порту Южний

Виконав студент 2 курсу групи МЗО-21  
спеціальності 103 Науки про Землю  
Гут Владислав Юрійович

Керівник канд. геогр. наук, доц.  
Гаврилюк Раїса Володимирівна

Консультант \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Рецензент д.геолог.мін.н.  
Сафранов Тамерлан Абисалович

Одеса 2022

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 і гідрографія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гуг Владиславу Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Температурний режим і проява апвелінгу в літній період року в районі порту Южний

керівник роботи Гаврилюк Раїса Володимирівна к.геогр.н., доцент,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “05.09” 2022 року  
№ 49

2. Строк подання студентом роботи 27.11 22 р

3. Вихідні дані до роботи

Дані стандартних спостережень за температурою та солоністю води, рівнем моря, напрямками та швидкістю вітру на станціях Южний

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

Аналіз за літературними джерелами та даними спостережень на станціях північно-західної частини моря мінливості температури води, виявлення випадків апвелінгу за даними спостережень на станції Южний, встановлення взаємозв'язків між змінами температури води та дією вітру, отримання

розрахункових рівнянь та оцінка результатів розрахунків змін температури підчас апвелінгу по характеристиках вітру.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки змін температури, солоності, рівня моря та характеристик вітру підчас апвелінгу за даними спостережень на станції Южний

#### 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10.10.22 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Огляд літератури з мінливості температурного режиму північно-західної частини Чорного моря в літні місяці року.	10-20.10.22	90	Відм.
2	Огляд літератури з вивченості явища апвелінгу в північно-західній частині Чорного моря	21-30.10.22	90	Відм.
3	Виявлення випадків апвелінгу за даними спостережень за температурою води в літні місяці року і розрахунки статистичних характеристик з мінливості апвелінгу на станції Южний	25-30.10.22	90	Відм.
4	Виявлення взаємозалежності між змінами температури води підчас апвелінгу і характеристиками вітру. Виконання розрахунків за отриманими рівняннями та їх оцінка	1-15.11.22	90	Відм.
5	Підготовка тексту магістерської роботи	10-20.11.22	90	Відм.
6	Рубіжна атестація	22.11.22	90	Відм.
7	Попередній захист роботи	23.11.22	90	Відм.
8	Здача роботи на кафедрі	23.11.22		
9	Перевірка на плагіат	24.11.22		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	Відм.

Студент \_\_\_\_\_ Гут В.Ю.  
( підпис ) (прізвище та ініціал)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Гаврилюк Р.В

## АНОТАЦІЯ

На магістерську роботу по темі “Температурний режим і проява апвелінгу в літній період року в районі порту Южний” магістра групи МЗО-21 Гут Владислава Юрійовича .

### **Актуальність обраної теми**

Температура води належить до числа найважливіших елементів гідрологічного режиму будь-якого моря. Температура води є фактором рекреаційного використання прибережної зони Чорного моря. Вона відіграє важливу роль у репродуктивному циклі рибних популяцій, тому широко використовується при рибпромислових дослідженнях. Температурні контрасти поверхневого шару моря дозволяють ідентифікувати прояви апвелінгу як наслідки відгінно - нагінних процесів в прибережній зоні. Підйоми вод визначають локальні зміни гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних процесів у поверхневому шарі, які сприяють зростанню його біо- та рибопродуктивності.

Крім промислової значущості прибережного апвелінга, не менш важливою є його роль і з кліматичної точки зору. Існують численні дані про суттєвий вплив прибережного апвелінгу на клімат прилеглих районів. Тому прояви прибережного апвелінгу в полі температури морської поверхні в літній період створюють проблеми рекреаційного характеру: зокрема, епізодично (а тим паче регулярно) виникаючи в рекреаційних зонах, він призводить до різкого зниження температури і в результаті – до значних фінансових втрат внаслідок відтоку туристів.

Дослідження температурного режиму і прояви апвелінгу в районі порту Южний, обумовлює актуальність обраної теми.

## **Мета роботи**

Виконати аналіз мінливості температури води в районі порту Южний в масштабах часу від 3 до декількох діб, ідентифікувати прояви апвелінгу як наслідки відгінно - нагінних процесів, отримати кількісні оцінки взаємозв'язків змін температури води і характеристик вітру.

## **Об'єкт дослідження**

Температурний режим в районі порту Южний в літній період року.

## **Предмет дослідження**

Характеристики мінливості температури води підчас апвелінгу.

## **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 мінливості температурі води в районі порту Южний підчас виникнення апвелінгу. Встановлено зв'язки між змінами температури води та дією вітру. Новизна магістерської роботи полягає в тому, що вперше для порту Южний отримано рівняння для розрахунків змін температури води підчас апвелінгу по характеристикам вітру.

## **Рекомендації щодо використання результатів роботи за значенням галузі застосування**

Магістерська робота докладалась на конференції молодих вчених в 2022 р. Кількісні оцінки мінливості температури води можна використовувати в наукових дослідженнях з мінливості гідрометеорологічного режиму Чорного моря, а розрахункові рівняння дозволяють отримати кількісні оцінки змін температури води підчас апвелінгу по характеристикам вітру, і їх можна використовувати в прогностичній практиці обслуговування море господарської діяльності.

### **Структура, обсяг роботи**

Робота складається з 74 сторінок, вступу, чотирьох розділів, висновку, 26 рисунків, 5 таблиць, 38 літературних джерел.

### **Ключові слова**

Чорне Море, Північно-Західна Частина Моря, Температура Води, Апвелінг, Характеристики Вітру.

## SUMMARY

For the master's thesis on the topic "Temperature regime and manifestation of upwelling in the summer period of the year in the area of the Yuzhny port" of the master's group MZO-21 Gut Vladyslav Yuriyovych.

### **Relevance of the chosen topic**

Water temperature is one of the most important elements of the hydrological regime of any sea. Water temperature is a factor in the recreational use of the Black Sea coastal zone. It plays an important role in the reproductive cycle of fish populations, therefore it is widely used in fisheries research. Temperature contrasts of the surface layer of the sea make it possible to identify manifestations of upwelling as the consequences of repulsion - repulsion processes in the coastal zone. Water rises determine local changes in hydrophysical, hydrochemical and hydrobiological processes in the surface layer, which contribute to the growth of its biological and fish productivity.

In addition to the industrial importance of coastal upwelling, its role from a climatic point of view is no less important. There are numerous data on the significant impact of coastal upwelling on the climate of the surrounding areas. Therefore, manifestations of coastal upwelling in the field of sea surface temperature in the summer period create problems of a recreational nature: in particular, occurring episodically (and even more so regularly) in recreational areas, it leads to a sharp decrease in temperature and, as a result, to significant financial losses due to the outflow of tourists.

The study of the temperature regime and manifestations of upwelling in the area of the Yuzhny port determines the relevance of the chosen topic.

### **Purpose of work**

To perform an analysis of the variability of water temperature in the area of the Yuzhny port on a time scale of 3 to several days, to identify the manifestations of upwelling as the consequences of driving and driving processes, to obtain quantitative estimates of the relationships between changes in water temperature and wind characteristics.

### **Object of study**

The temperature regime in the area of Yuzhny port in the summer period of the year.

### **Subject of study**

Characteristics of water temperature variability during upwelling.

### **Research methods**

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

### **Results, their novelty, theoretical and practical significance**

Quantitative estimates of water temperature variability in the area of the Yuzhny port during the occurrence of upwelling were obtained. Connections between water temperature changes and wind action have been established. The novelty of the master's work is that, for the first time, an equation was obtained for the port of Yuzhny for calculating changes in water temperature during upwelling based on wind characteristics.

### **Recommendations on the use of work results by the importance of the field of application**

The master's thesis was presented at the conference of young scientists in 2022. Quantitative estimates of water temperature variability can be used in scientific studies on the variability of the hydrometeorological regime of the Black Sea, and calculation equations allow obtaining quantitative estimates of water



temperature changes during upwelling according to wind characteristics, and they can be used in prognostic practice of servicing the sea of economic activity.

**Structure, scope of work**

The work consists of 74 pages, introduction, four chapters, conclusion, 26 figures, 5 tables, 38 literary sources.

**Keywords**

Black Sea, Northwestern Part Of The Sea, Water Temperature, Upwelling, Wind Characteristics.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ В ПІВНІЧНО–ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ – ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	12
2 АПВЕЛІНГОВА ЦИРКУЛЯЦІЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ.....	24
3 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ.....	36
4 ПРОЯВА АПВЕЛІНГУ В ТЕМПЕРАТУРІ ВОДИ В ЛІТНІЙ ПЕРІОД РОКУ В РАЙОНІ ПОРТУ ЮЖНИЙ.....	37
4.1 Коротка характеристика району досліджень.....	37
4.2 Статистичні характеристики мінливості температури води підчас апвелінгів в літній період року.....	39
4.3 Взаємозв’язки між характеристиками вітру та змінами температури води підчас апвелінгів в літній період року.....	50
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	61
ДОДАТОК. ВИХІДНІ ДАНІ ПО ТЕМПЕРАТУРІ ВОДИ, НАПРЯМАМ ТА ШВИДКОСТІ ВІТРУ У ВИПАДКАХ ПРОЯВИ АПВЕЛІНГУ.....	65

## ВСТУП

Важливість дослідження апвеллінга обумовлена зростаючою роллю раціонального природокористування. Найбільш інтенсивно він проявляється у прибережних районах. Прибережний апвелінг є найбільш досліджуваним і характерним видом локального підйому глибинних вод. У Чорному морі, як і в інших районах Світового океану, виникнення апвелінга обумовлено компенсаційним припливом глибинних вод до берега при відпливі поверхневих вод від берега внаслідок змінних вітрів або течій. Підйоми вод визначають локальні зміни гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних процесів у поверхневому шарі, які сприяють зростанню його біо- та рибопродуктивності [1 – 3].

Крім промислової значущості прибережного апвеллінга, не менш важливою є його роль і з кліматичної точки зору. Існують численні дані про суттєвий вплив прибережного апвеллінга на клімат прилеглих районів.[4,5] Діапазон зниження температури води у разі виникнення дуже широкий – від кількох до 10 – 15°C. Як правило, це явище триває від 3 до 5-6 діб, після чого температура води підвищується до нормальних кліматичних значень [6-10]. Тому прояви прибережного апвеллінга в полі температури морської поверхні в літній період створюють проблеми рекреаційного характеру: зокрема, епізодично (а тим паче регулярно) виникаючи в рекреаційних зонах, він призводить до різкого зниження температури і в результаті – до значних фінансових втрат внаслідок відтоку туристів.

В дипломній роботі виконано аналіз апвелінгу в акваторії порту Южний, а також розглядається зв'язок між зміною температури води та дією вітру.

## 1 ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ В ПІВНІЧНО-ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ЧОРНОГО МОРЯ – ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Згідно з літературними джерелами [11], Чорне море лежить між паралелями  $46^{\circ}38'$  і  $40^{\circ}54'$  пн. ш. і меридіанами  $27^{\circ}21'$  і  $41^{\circ}47'$  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.

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. км<sup>2</sup>, об'єм 555 тис. км<sup>3</sup>, середня глибина 1315 м, найбільша глибина - 2210 м ( $43^{\circ}17'$  пн. ш.,  $33^{\circ}28'$  с.д.) [ 12, 13].

Материкове положення, витягнутість уздовж паралелі при великій різниці широт північного і південного узбережжя, відносно мала площа водного дзеркала зумовлюють загалом однорідні кліматичні умови на Чорному морі [14]. 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 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 м·с<sup>-1</sup>. Тільки в південно-східній частині моря дмуть переважно східні вітри, середньомісячна швидкість яких 5-7 м·с<sup>-1</sup>.

Розвиток сильних (більше 10 м·с<sup>-1</sup>) 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° на північному заході, 0°С на північному сході і до + 4-5°С на південному сході. Мінімальна температура повітря над відкритим морем рідко буває нижче 0°С, але в північно-західній частині вона досягає -4-5°С.

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 м·с<sup>-1</sup>, а над узбережжям - 2-5 м·с<sup>-1</sup>. 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°C на північному заході до 23 - 24 °C на заході і в центрі і до 24 - 25 °C на сході моря.

Численні річки, що впадають у Чорне море [13], вливають в нього за рік близько 346 км<sup>3</sup> прісної води. Найбільший стік дає Дунай (за середніми багаторічними даними близько 201 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>), Дніпро дає приблизно 52 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>, Дністер 10 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>, Південний Буг більше 2 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>, Інгул 0,2 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>. Всього річки північно-західній частині скидають у море 270 км<sup>3</sup> води в рік. Річки Кримського узбережжя дають близько 4 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>, а річки Кавказького узбережжя за цей час приносять в море 43 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>. Стік рік Турецького узбережжя оцінюється в 25-26 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>, а річок Болгаро - Румунських берегів - 3 км<sup>3</sup>·рік<sup>-1</sup>. З наведених даних видно, що майже 80 % сумарного річкового стоку надходить в північно-західну частину моря. Порівняно багато річкової води отримує море уздовж Кавказьких берегів.

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 між річний хід. Він визначається мінливістю, від року до року, стоку найбільш водоносній річки - Дунаю.

Хороший прогрів поверхні Чорного моря обумовлює високу середню температуру (8,9 °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 °C біля берегів до + 7 °C у відкритій частині. В області великих глибин температура води на поверхні в цей час року дорівнює 7-8 °C, а в південно-східному куті 8,5 °C.

Влітку відбувається подальше підвищення температури поверхневого шару води по всій площі до 25-26 °С. Разом з тим порушується весняноодноманітність температури. На карті видно, що вона підвищується з північного заходу на південний схід (рис. 1.1). Це збільшення не так значно, як взимку, і відбувається воно більш плавно.

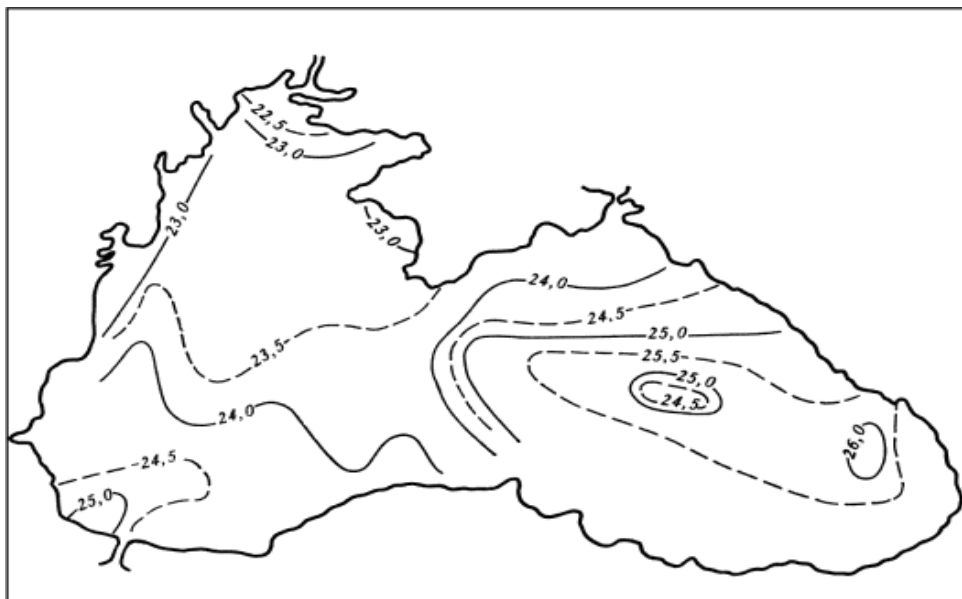


Рисунок 1.1 Розподіл температури води на поверхні Чорного моря влітку

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.

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 нижньо - босфорським потоком і річковим стоком і їх виносу верхньо - босфорським потоком.

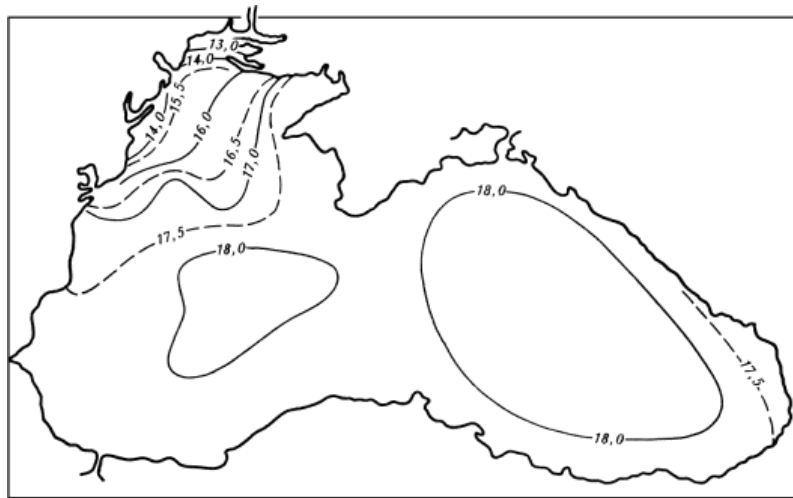


Рисунок 1.2 Розподіл солоності на поверхні Чорного моря влітку

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 смужі, поблизу гирл великих річок. Невелике опріснення у Керченській 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 опріснювати районах. 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 схід 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 половині 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 у самого дна під впливом деякого нагрівання води за рахунок геотермічного теплового потоку, густина придонного шару води може бути дещо менше, ніж шарів, що лежать над ним. Восени при порівняно слабкому розшаруванні поверхневих і нижче лежачих вод сильні тривалі вітри перемішують води від поверхні до горизонтів 15-20 м. Подальше поглиблення верхнього однорідного шару протягом пізньої осені відбувається за рахунок спільного конвективно - вітрового перемішування. Навесні і влітку розпріснення річковим стоком поверхневі води підстеляють більш солоні води, що створює стійку стратифікацію. Слабкі вітри цих сезонів перемішують тільки верхній 5-10 метровий шар, в якому спостерігається майже однорідний розподіл характеристик по вертикалі.

У Чорному морі, за винятком районів льодоутворення, розвиток конвективного перемішування в основному визначається температурою найбільшої густини води даної солоності. У зв'язку з цим конвекцію в морі

викликають осіннє охолодження вод та їх весняний прогрів до зазначеної температури. Осінній процес виражений значно яскравіше, ніж весняний, але і в холодні сезони температура води на поверхні у відкритих районах зазвичай не буває нижче 6-7 °С, тому тут розвивається тільки термічна стадія перемішування. Лише в зоні льодоутворення має місце термохалінна конвекція. Глибина поширення зимової вертикальної циркуляції в центральній частині моря в середньому дорівнює 30-40 м. Залежно від характеру течій вона може змінюватися. Так, в області основного струменя течії конвекція проникає до 60-70 м, що пов'язано з опусканням вод, викликаним динамічними причинами. У прибережній зоні перемішування досягає 140-160 м. Збільшення глибини розповсюдження конвекції в південно-східній частині моря пов'язано з антициклональним кругообігом вод. На кордоні шельфової зони в західному і північно-західному районах моря перемішування поширюється до горизонтів 170-175 м за рахунок сповзання по схилах вод, охолоджених на північно-західному мілководді, де конвекція проникає до дна. Дані об'ємного статистичного аналізу дозволяють виділити в море чотири водні маси.

Поверхнева (верхня) займає 4,2 % обсягу чорноморських вод і поширена від поверхні до горизонтів 60-70 м в центральній частині моря, до 100-125 м (місцями до 200 м) біля берегів і в прибережній зоні. Температура цієї водної маси на поверхні змінюється від 5-6 °С взимку, до 24-26 °С влітку, на нижній межі вона протягом року дорівнює 7,5-8,0 °С. Річний хід солоності укладений в межах 17,5-18,6 ‰.

Прибережна водна маса займає близько 0,2 % обсягу вод Чорного моря. Її ареал обмежує ізохаліна 17 ‰. Вона охоплює значні простори в західній частині моря і поширюється лише на 20-30 миль від берега в Прикерченському районі Чорного моря, де ця водна маса утворюється в результаті змішування місцевих і азовських вод.

Проміжна водна маса - найбільша за обсягом води (50,2 %) - залягає між горизонтами 100-150 і 800-1000 м. Її верхньою межею служить шар

великих градієнтів густини, часто має куполоподібну форму. Тут спостерігається температура 7,5-8,9 °С і солоність 18,1-22,2 ‰. У зоні переходу від верхньої водної маси до проміжної зустрічається одночасно кисень і сірководень.

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 глибинної водної маси (800-1000 м) помітною 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.

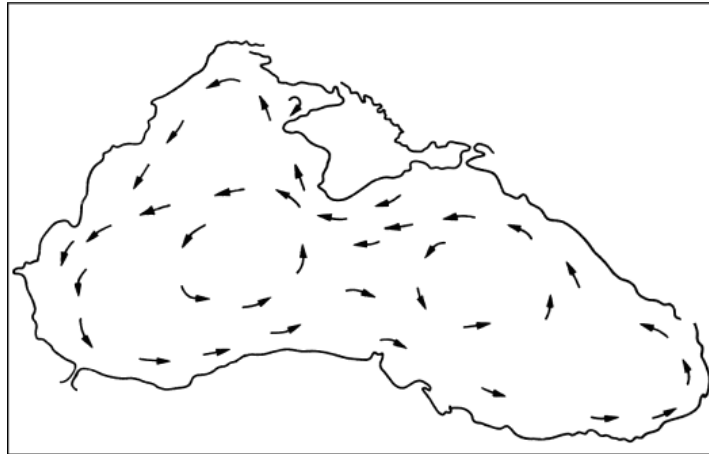


Рисунок 1.3 Течії на поверхні Чорного моря

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 см·с<sup>-1</sup> в центральних і до 25 см·с<sup>-1</sup> в периферійних областях.

На більш глибоких горизонтах (150-500 м) циркуляція в загальному схожа з поверхневою. Великі швидкості течій тут спостерігаються в Прибосфорським, 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 см·с<sup>-1</sup>. 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 см·с<sup>-1</sup> (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  $5 \cdot 10^{-3}$  см·с<sup>-1</sup>, а в зонах слабких вихорів

-  $1,5 \cdot 10^{-4}$  см·с<sup>-1</sup>. 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.

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. Друге 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 - моллюсків і водоростей. У 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, яке можна розглядати як складну природну систему з багатьма прямими і зворотними зв'язками і взаємодіє з господарською діяльністю людей. Така узагальнена модель

дозволить дати науково обґрунтовані рекомендації для подальших досліджень та ефективного господарського використання Чорного моря [14].

Григорівський лиман відноситься до числа порівняно не великих приморських водоймищ [15], 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 км<sup>2</sup>. 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.

Так, внутрішньорічної хід температури поверхневого горизонту лиману показує, що максимум припадає на серпень (пік літнього гідрологічного сезону), а мінімум на лютий (пік зимового) і збігається зі середньобагаторічним внутрішньорічній ходом температури в цьому районі моря. Мінімальна температура встановлюється в лютому при повній вертикальній однорідності водної маси. Максимальні вертикальні градієнти температури і солоності відзначають навесні і на початку літа, а в результаті осіннього охолодження і конвективного перемішування вод відбувається вирівнювання температури і солоності по вертикалі

Внутрішньорічної 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‰. 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.

## **2 АПВЕЛІНГОВА ЦИРКУЛЯЦІЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ**

Впродовж року на узбережжі моря відчуваються неперіодичні коливання рівня води, викликані місцевим вітром та вітрами, які охоплюють площу моря у цілому [16].

Мінливість температур води навесні та восени тут найменша на всьому українському узбережжі Чорного моря, очевидно, є наслідком великого теплозапасу та теплової інерційності водних мас цих глибоководних районів. Проте ситуація стає зворотною у літній сезон, коли розкид температур на станціях є найбільшим, можна виділити наступні особливості літнього термічного режиму. Розмах літніх температур на цих станціях перевищує розмах інших сезонів; понад 10 % усіх літніх середньодобових температур води лежить нижче 15 °С; розподіл температури води має виражену негативну асиметрію. Крім пунктів спостережень на ПБК, схожі особливості літнього термічного режиму відзначені на пунктах північно-західної частини Чорного моря: МГ Одеса-порт, ГМБ Іллічівськ, МГ Южний.

Висока мінливість температур на цих ділянках узбережжя влітку обумовлена розвитком апвеллінга під впливом вітрів згінних напрямів –



західних, північних і північно-західних румбів [17]. Апвеллінг є основною причиною виникнення у цих районах екстремально низьких температур води за високих температур повітря.

Структура річного ходу температурних розмахів має чітко виражений максимум, що припадає на літні місяці. Відомо [18], що влітку у прибережній зоні аналізованої акваторії створюються сприятливі умови для розвитку апвеллінгів, тобто. підйому глибинних вод із свідомо низькою температурою, що призводять до значного збільшення абсолютних розмахів  $\Delta T$ .

У мілководних частинах моря, в заливах і бухтах найбільші згони й нагони формуються під дією вітру, направлено перпендикулярно до лінії берега. Навпроти, біля приглубих берегів максимальний розвиток згінно-нагінної циркуляції настає при вітрах, які дмуть паралельно береговій лінії. У виникнутих при цьому дрейфових потоках під дією сили Коріоліса виникає поперечна циркуляція вод, спрямована в сторону берега чи від нього. У першому випадку виникає нагін поверхневих вод до берега, у другому – їх згін. Нормальна складова течії в придонному слої має напрям, протилежний на відміну з поверхневим слоєм, при нагоні вона напрямлена у сторону моря, при згоні – у сторону берега. Виникнена глибинна компенсаційна течія (у сторону берега) безперервно відновлює втрату поверхневих згінних вод, у результаті чого у приглубих берегів при згонах спостерігається швидке пониження температури води і відносно невеликі коливання рівня [19].

По даним А.К.Богданової [20], при сильних згонах у приглубих берегів можна спостерігати вихід на поверхню вод холодної прослойки, який знаходиться у Чорному морі на глибині 50-75 м. При цьому поверхневі більш теплі води відгоняються від берегів в море на декілька км. Богдановою були визначені значення згінно-нагінних складових течії в поверхневому і придонному слої.

Доведено, що при швидкості дрейфової течії, яка дорівнює 40-60 см·с<sup>-1</sup>, швидкість нормальних складових течії на поверхні моря коливається від 3

до 10 см·с<sup>-1</sup>. Дальність розповсюдження згонів у приглубих берегів в горизонтальному напрямку у весняно-літній і осінній період складає 7-8 миль. В зимній період вона збільшується до 15-20 миль. Підйоми й опускання вод у берегів розвитку згінно-нагінних течій сприяє вертикальному обміну у верхньому 150-200-метровому шарі, що має важливе значення для біологічного життя моря [21].

Кількісні оцінки відносно ролі вітру і тиску у формуванні згінно-нагінних коливань рівня в районі західного і північно-західного узбережжя Чорного моря наведені в роботах [22,23].

Прибережні апвелінги надають неоднозначний вплив на екологічну структуру морської води прилеглих акваторій. Підйом нижчих вод супроводжується виносом біогенних речовин, що сприяє розвитку фіто і зоопланктону і формування рибних пасовищ. У той же час, ці ж процеси збільшують евтрофікацію вод, а тривале і інтенсивне зниження температури води призводить до обмеження нересту теплолюбних видів риб.

Вихід на поверхню в прибережних районах більш щільних вод і їх подальша адвекція викликає в при поверхневих шарах значну горизонтальну плотнісну неоднорідність і генерує інтенсивні течії вздовж берега. Апвелінги можуть кардинально змінити уздовж берегову циркуляцію вод. У 2017 році виникла ситуація, коли активні процеси прибережного апвелінгу, викликані аномально тривалими за часом (понад місяць) вітрами північно-західній чверті, привели до зміни річної циклональної циркуляції на антициклональну уздовж всього західного узбережжя північно-західного шельфу. В результаті чого, в червні-серпні виникло інтенсивне перенесення трансформованих дунайських вод в район Царгородського гирла. Далі, спільно з водами дністровського розвантаження північно-східний перенос можна було простежити за супутниковими знімками аж до північних районів північно-західного шельфу. На східній периферії потоку поширювалися насичені кокколитофори води, захоплені з південних районів шельфу. Таким чином,

циркуляція, викликана апвелінгом привела до істотного перерозподілу фітопланктону та інших гідробіологічних та гідрохімічних параметрів води.

Безумовно, апвелінги впливають на зниження температури прибережних вод північно-західної частини Чорного моря в теплу пору року. З огляду на те, що в 2018 році кількість апвелінгів зменшилась [24], можна припустити, що зростання середньо річних температур поверхневого шару за теплий період в прибережній зоні буде стимулюватися, крім інших, і цим фактором. Довготривале потепління поверхневого шару супроводжується загостренням вертикальних градієнтів щільності в верхньому шарі моря, що може спровокувати евтрофікацію в прибережних водах і загострити гіпоксійно-анноксійні процеси, які в кінцевому підсумку можуть привести до заморів[24]. Нерідко, в період сильного апвелінгу виникає ефект паріння моря, що ускладнює судноплавство та виконання берегових робіт.

З точки зору рекреаційного потенціалу морських курортів апвелінги скоріше за все виступають в негативній ролі: виражене охолодження прибережних вод знижує їх привабливість для відпочиваючих.

Більшість апвелінгів північно-західної частини Чорного моря виникають в прибережній смузі моря під дією вітрів згінних напрямків. Влітку вони добре ідентифікуються в полі температури поверхневого шару води з виникаючих вогнищ більш холодних глибинних вод вийшли на поверхню. Як правило, спочатку вони проявляються в прибережній зоні, а потім, розширюються від берега в бік відкритого моря, як фронтально, так і в формі вузьких струменів (філаментів) [25]. Форма і довжина цих струменів в основному залежить від гідродинамічної обстановки району, інтенсивності апвеллінгової циркуляції і топографічних особливостей берегів і рельєфу дна [25]. На наведених нижче малюнках довжини окремих струменів перевищують від 40 км до 50 км (рисунок 2.1 (б)). На дунайському узбережжі траєкторія руху одного струменя мала спіралевидну форму антициклонної спрямованості (рисунок 2.1(а)).

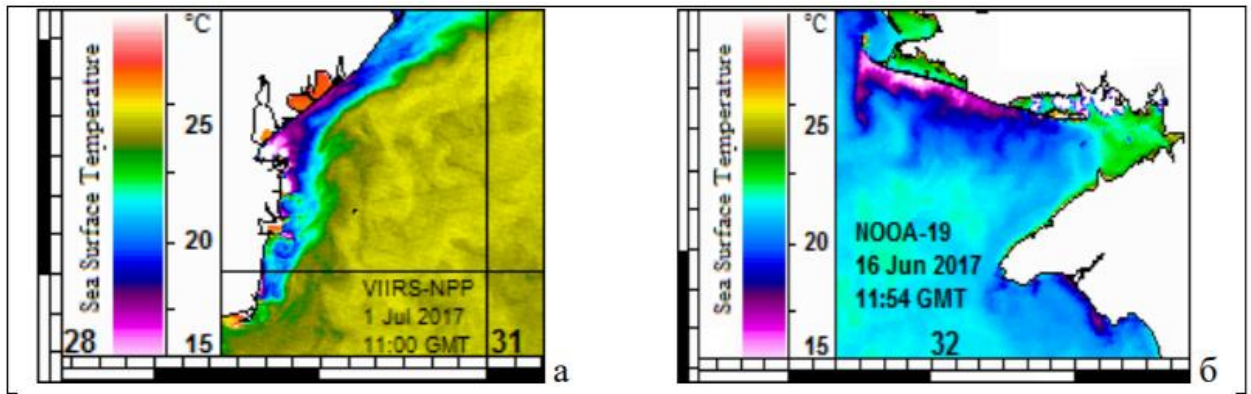


Рисунок 2.1 – Приклади апвелінгів а) на Дунайському морському узбережжі; б) у Тендрівській коси [24].

У холодну пору року (листопад-квітень), при незначному вертикальному градієнті температури води, процес підйому глибинних вод в поле температур ідентифікувати досить важко. Його можна оцінити по коливанню рівня моря в місцях розташування станцій спостереження. Перед початком апвелінгу спостерігається помітне зниження рівня води [26].

Відомі випадки «теплого» апвелінгу. Так у 31 рейсі НДС «В. Паршин» в грудні 2009 року в результаті дії згінного вітру у Каркініцькій затоці на поверхню вийшли більш теплі води з нижніх шарів моря, ще не охолоджених в ході осінньо-зимової вертикальної конвекції.

Найбільш сильні апвелінги в районі одеського узбережжя спостерігалися на початку 80-х років минулого століття. Так в червні 1981 р при інтенсивному апвелінгу було зафіксовано падіння температури поверхневого шару на 16,5 °С, з 26,4 °С до 9,9 °С .

Для виявлення зон апвелінгів використовувалися супутникові дані, отримані за літній період, коли ці зони проявляються найбільш чітко.

Критерієм для їх виділення служили негативні аномалії температури величиною  $> 5$  °С.

Слід зазначити, що при значному прогріванні верхнього шару води апвелінг в полі температур можуть проявлятися досить слабо. Може бути

цим і можна пояснити, що в серпні за супутниковими даними апвелінгів фіксується менше.

Обриси берегової лінії північно-західної частини Чорного моря мають таку форму, що практично вітри усіх румбів в тій чи іншій її частині можуть викликати згони і апвелінги. Найбільш ефективні вітри північно-північно-західних і північно-східних напрямків. Річна повторюваність вітрів цих румбів над акваторією північно-західної частини Чорного моря перевищує 70 % .

Відзначено рідкі випадки, коли в результаті горизонтальної неоднорідності поля атмосферного тиску і вітру, апвеллінгова циркуляція спостерігалася одночасно практично вздовж усього узбережжя від мису Каліакра до південного краю Тендрівської коси (близько 350 км) (рис. 2.2).

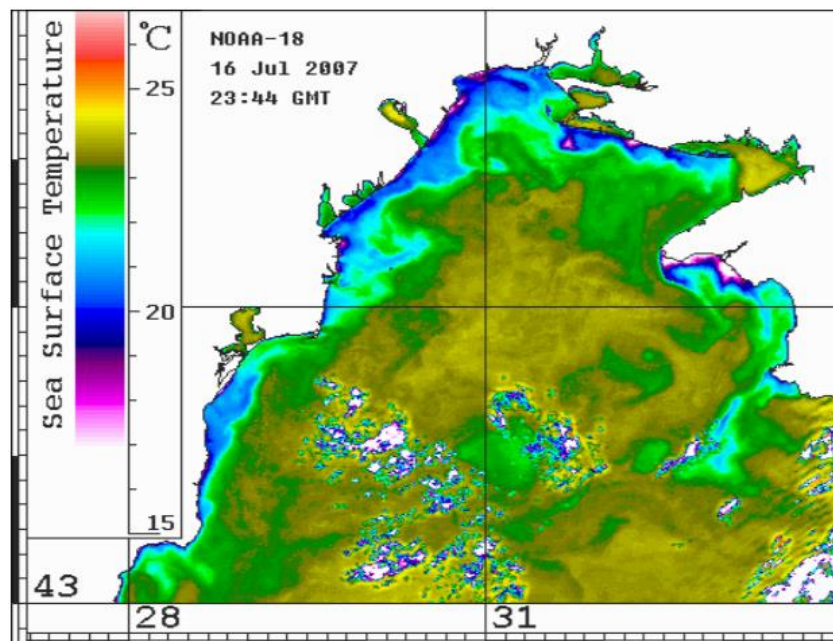


Рисунок 2.2 – Крупномаштабний апвеллінг в північно-західній частині Чорного моря 16 липня 2007 року [27]

Велике значення у формуванні апвелінгів має топографія морського дна. У північно-західній частині Чорного моря ухил дна відносно невеликий.

Десяти метрова ізобата в основному проходить на відстані від 1,5 км до 2 км від берега. При таких умовах мілководдя вплив сили Коріоліса незначний: глибина менше екманівського шару. Тому апвелінги північно-західної частини Чорного моря в основному виникають при відгінних вітрах спрямованих по квазінормальній траєкторії до берега. На приглибинних ділянках, де 20-ти метрова ізобата підпливає близько до берега апвелінги можуть виникати за змішаним механізмом, близьким до екмановської моделі (рис. 2.3). Прикладом може послужити апвелінги, що виникають в районі м. Малий Фонтан при південних (уздовж берега) вітрах.

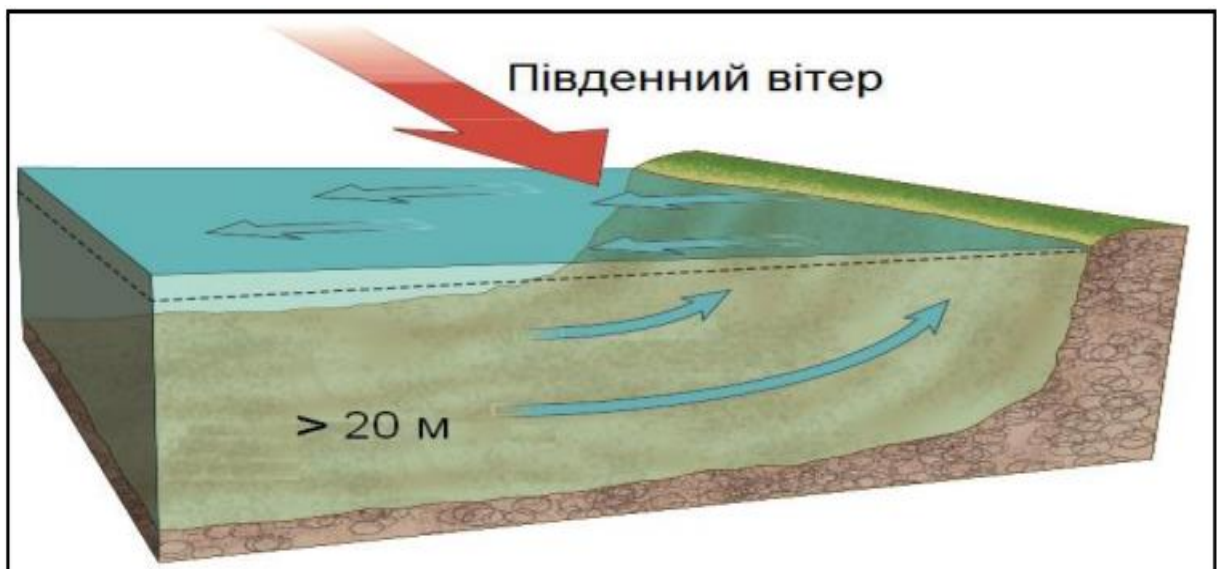


Рисунок 2.3 – Механізм виникнення апвелінгу екманівського типу

До апвелінгу змішаного типу можна також віднести апвелінги на Дунайському узмор'ї і в Каркінітській затоці, з глибинами від 17 м до 20 м.

Розглянемо також характеристики апвелінгу, що спостерігався у прибережних районах східної частини ПЗЧМ у вересні 2007 р.

Апвелінг, зафіксований в експедиції на НІС «Експеримент» у вересні 2007 р., був унікальним своїм проявом на поверхні моря. Розглянемо причину розвитку.

За даними судових спостережень, 16 – 20 вересня у Каламітській затоці діяли вітри змінних напрямків силою від 1-2 до 6-8 м/с. 21 вересня їх змінив

стійкий північний вітер, швидкість якого коливалася від 10 до 16 м/с. Дані реаналізу NCEP підтверджують цей результат, хоча дають значення швидкості, занижені приблизно вдвічі.

Повні одиничні дрейфові потоки, обчислені за співвідношенням Екмана [28] з використанням даних NCEP, досягали 1000 - 1600 см<sup>2</sup>/с і були спрямовані перпендикулярно до берегової лінії на захід. Це призвело до того, що в прибережній смузі Каламітської затоки шириною приблизно 10 – 15 км сформувався потужний прибережний апвеллінг і на поверхню моря вийшли води, прилеглі до верхньої частини холодного проміжного шару, з температурою 8,5 – 8,7°C та солоністю 17,9‰. До початку апвелінгу ізотерми розташовувалися у вересні 2007 р. на глибині 40 – 45 м (що, до речі, значно відрізнялося від кліматичної ситуації).

Оцінимо вертикальну швидкість прибережного апвелінгу, знаючи, що час його розвитку становив приблизно 1,5 діб, за які вода піднялася з глибини 40 – 45 м. Оцінка показує, що вертикальна швидкість при цьому перевищує 0,035 см/с. Безпосередньо за межами прибережного апвелінгу шар температурного стрибка піднявся від 30 до 10 м. Це дає оцінку швидкості підйому в 0,015 см/с. Такого ж порядку виходять вертикальні швидкості, оцінені з двовимірного рівняння нерозривності. Передбачається, що апвелінг сконцентрований у смузі шириною наближеної до 10 км при середній глибині моря в цьому районі, перевищує масштаб Екмана, що узгоджується із спостереженнями. Далі для оцінки вертикальної швидкості використовуються зазначені повні екманівські потоки, спрямовані від берега, з урахуванням зазначеного заниження швидкості вітру в реаналізі NCEP. Отримані таким чином оцінки близькі до наведених вище (і обчислених на основі зовсім інших міркувань) оцінок вертикальних швидкостей прибережного апвелінгу.

Таким чином, можна стверджувати, що біля західного краю Кримського півострова на початку осені 2007 р. спостерігався потужний прибережний апвеллінг, зумовлений сильними та стійкими вітрами північних



румбів. Вертикальні швидкості у ньому доходили і навіть трохи перевищували 0,035 см/с. Карти поверхневої температури, побудовані за даними супутникових спостережень, показують, що його розвиток тривав до 25 вересня. При цьому площа, зайнята температурною аномалією, розширювалася, а сама область температурної аномалії поширювалася у південно-західному напрямку у бік відкритого моря.

Вище зазначалося, що прибережний апвеллінг впливає на клімат прилеглих районів суші. Відомо, зокрема, його вплив на бризову циркуляцію [29]. Відгук прибережної циркуляції атмосфери здійснюється за допомогою механізму теплообміну через поверхню океану.

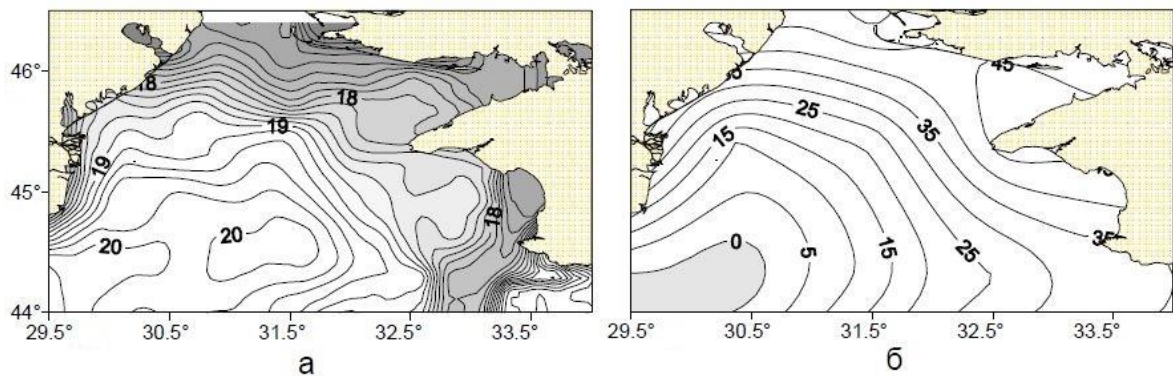


Рисунок 2.4 Розподіл ТПМ (а) та сумарних потоків (б) на поверхні моря 25 вересня 2007 р.

Як приклад, що ілюструє зв'язок потоків тепла з ТПМ, звернемося до рис. 2.4, на якому показані поля ТПМ та сумарних потоків, побудовані за даними [30] та [31] відповідно. Очевидно, що областям зниженої ТПМ відповідають області підвищених позитивних сумарних потоків. Як показує аналіз окремих компонентів теплового балансу поверхні моря, ці області сформовані значною мірою ослабленням турбулентного теплообміну моря з атмосферою внаслідок розвитку над областями зі зниженою ТПМ стійко-стратифікованого приводного граничного шару в атмосфері. Зазначимо, що потужний прибережний апвеллінг спостерігався не лише в Каламітській затоці, а й у всій північній та північно-східній частині ПЗЧМ (рис. 2,4).



Причому до 25 вересня обидва апвелінги практично злилися в єдину зону охолодження поверхневого шару моря, яка зайняла майже всю північну та північно-східну половину ПЗЧМ.

Як було показано вище, розвиток потужного прибережного апвелінгу, що спостерігався наприкінці вересня 2007 р., зумовлений сильними та стійкими вітрами північних румбів. Разом з тим аналіз карт розподілу поверхневої температури в ПЗЧМ, побудованих за даними [32] (через обмеженість обсягу статті як приклад наведено лише одне середньодобове поле ТПМ, див. рис. 2.5), показує, що в окремі дні області зниженої температури спостерігалися і у відкритих частинах аналізованої акваторії. Головним механізмом їх виникнення може бути підйом вод, що виникає або в центрах локальних циклонічних утворень, або в місцях вторгнення струменя ОЧТ. Іншою причиною генерації апвелінгу такого типу можуть бути вертикальні екманівські рухи, зумовлені просторовою неоднорідністю поля вітру.

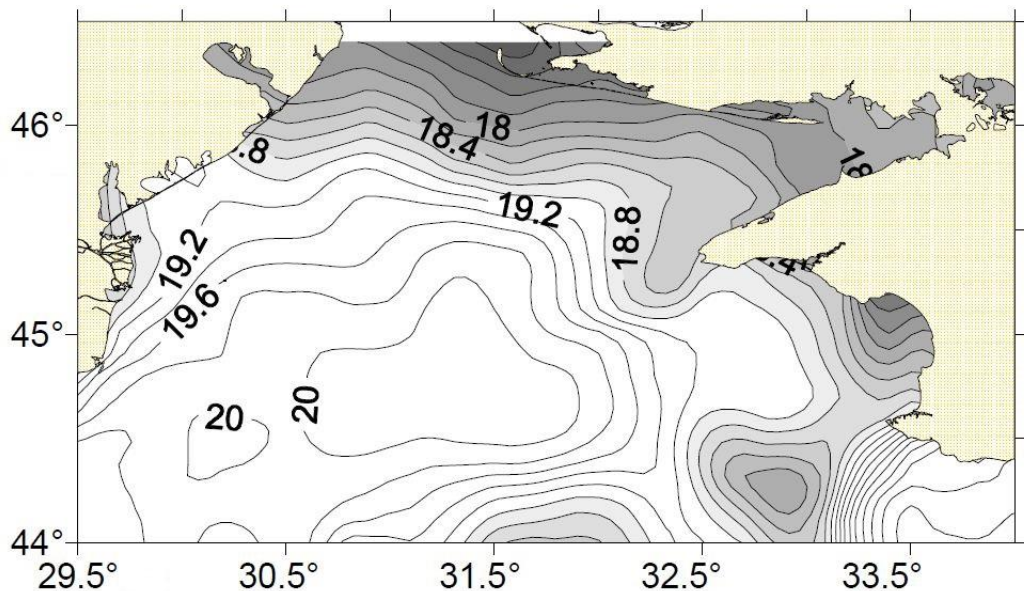


Рисунок 2.5 Середньодобове поле ТПМ 28 вересня 2007 р.

Для виявлення ролі останнього механізму було обчислено вертикальні швидкості на нижній межі екманівського шару тертя. В основу розрахунків покладено дані про розподіл швидкості та напрямки вітру, взяті з реаналізу NCEP [32]. Результати обчислень показали, що практично протягом усього вересня 2007 р. вертикальні екманівські швидкості в ПЗЧМ становили в середньому 10-4 см/с. Лише для окремих днів вересня у східній частині ПЗЧМ отримані швидкості висхідних рухів, що перевищують 10-3 см/с (рис. 2.6).

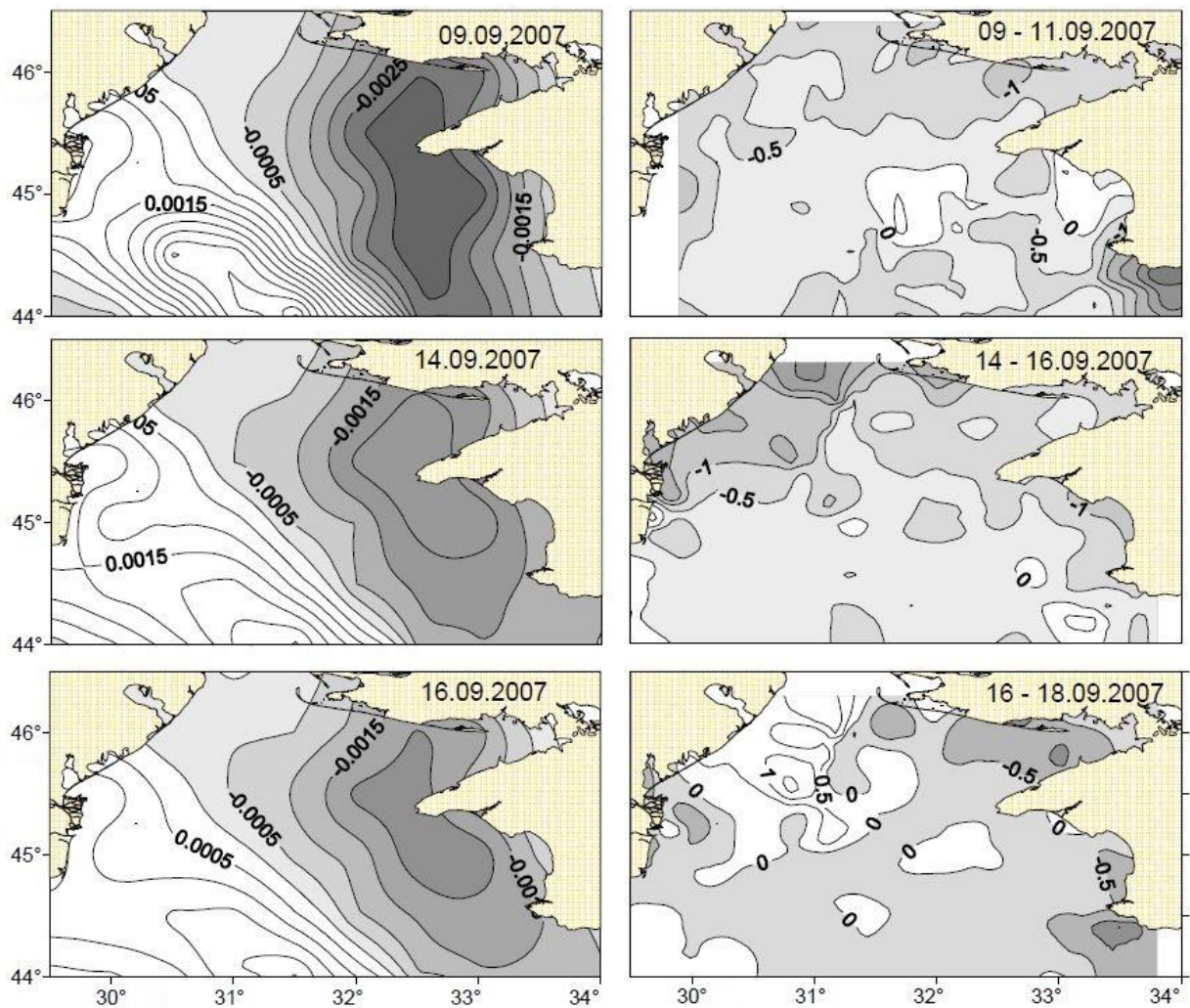


Рисунок 2.6 Розподіл вертикальної швидкості  $w_d$  на глибині екманівського шару тертя (ліворуч) та добові зміни ТПМ (праворуч) 9, 14 та 16 вересня 2007 р.

Такі значення  $w$  не можуть суттєво знизити температуру верхнього квазіоднорідного шару (ВКС), що підтверджується наведеними нижче оцінками та рис. 2.4 згідно з яким середньодобові зниження ТПМ у зазначені періоди становили  $0,5^\circ\text{C}$ , а максимальні не перевищували  $1^\circ\text{C}$ . Причому будь-якої кореляції між добовими змінами ТПМ та вертикальними рухами не спостерігалось.

Таким чином, приходимо до висновку, що у відкритих частинах моря внесок вертикальних екманівських рухів у варіації потоків тепла на нижній межі ВКС не може забезпечити зміни температури ВКС, що спостерігаються. Це означає, що головною причиною апвелінгу в мористій частині регіону було підйом вод, що, мабуть, виникає внаслідок вторгнення струменя Основної Чорноморської течії.

### 3 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ

Для виконання кваліфікаційної роботи використовувалися дані спостережень за температурою води, напрямком та швидкістю вітру на станції Южний з 1987 по 2016 рр. за літній період року . Дані спостережень містяться в таблицях ТГМ для станції Южний. Положення станції показано на рис. 3.1.

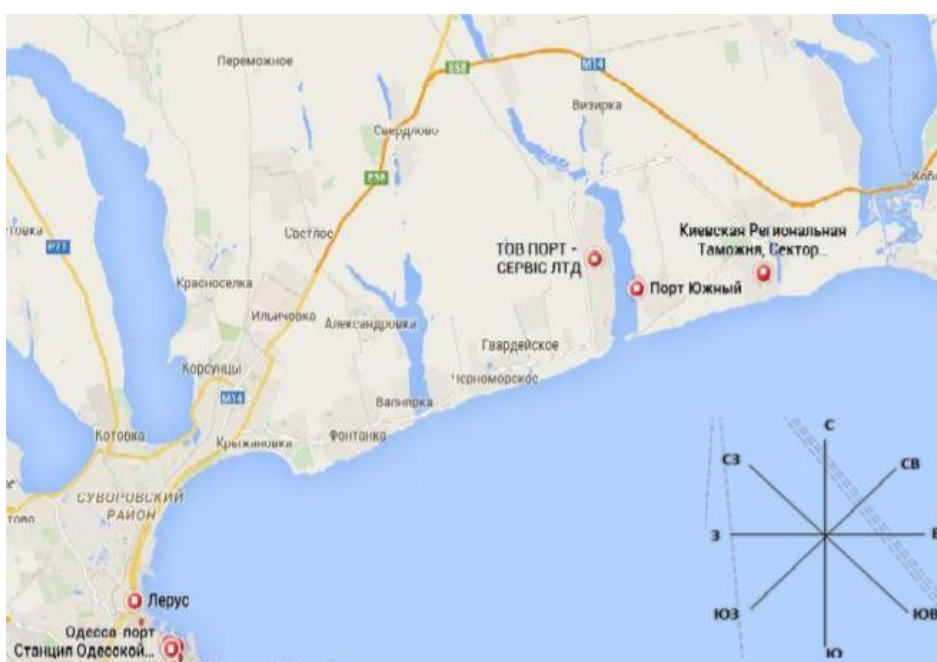


Рисунок 3.1 Положення станції Южний .

Для оцінки мінливості температурі води в районі порту Южний підчас виникнення апвелінгу, були використані данні по значенням температури води, швидкості та напрямку вітру за кожний випадок апвелінгу в літній період. Для кожного випадку за період спостережень розраховувались тривалість , зниження, середньоквадратичне відхилення (СКО) та аномалія температури а також проєкції середньої та максимальної швидкості вітру . За даними сум проєкцій були побудовані графіки

залежності температури від вітру для кожного місяця . З графіків були отримані рівняння регресії , які застосовувались для розрахунку забезпеченості .

## **4 ПРОЯВА АПВЕЛІНГУ В ТЕМПЕРАТУРІ ВОДИ В ЛІТНІЙ ПЕРІОД РОКУ В РАЙОНІ ПОРТУ ЮЖНИЙ**

### **4.1 Коротка характеристика району досліджень**

У північно-західній частині Чорного моря розташовані найбільш великі торгові морські порти – Одеський, Іллічівський , Южний , Білгород-Дністровський . Ці порти займають вигідне географічне розташування на морських торгових шляхах ,мають велике значення для перевозу вантажів з південно-західної та центральної України. На частку портів Одеса, Іллічівськ та Южний припадає близько 60 % усього вантажообігу українських морських портів. Ці порти мають найкращі морські підходи і здатні приймати судна з осадкою від 11,5 до 18,5 м .

Порт «Южний» - один з наймолодших українських портів (рис.4.1). Його будівництво почалося в 1973 році і йшло паралельно з будівництвом Одеського припортового заводу, в будівництво якого інвестував кошти американський мультимільйонер Арманд Хаммер. У лютому 1975 року була забита перша паля під майбутній причал №3. Він став першим побудованим причалом (так званий «Аміачний»). 27 липня 1978 року цей причал прийняв перше судно в порту «Южний» - латвійський газозов «Булдури». Цю дату портовики вважають днем народження свого підприємства.





Рисунок 4.1. Порт Южний на карті [33]

Будівництво порту почалося на території села Григорівка. Воно було знесено, як і село на іншому, східному березі лиману - Старі Біляри. До 1978 року порт рік носив назву «Григорівський». Коли археологи почали розкопки на цій території (в районі села Воронівка), то виявили стародавнє поселення часів бронзового століття (II тисячоліття до н.е.). А при в'їзді в порт знайшли древній курган з 34 шарами поховань, на самому дні якого була кам'яна гробниця [33].

Порт «Южний» - самий глибоководний незамерзаючий порт в місті Южне, на чорноморському узбережжі, в акваторії Малеого Аджалицького лиману, найбільший і найприбутковіший порт України. Максимальна осадка суден досягає 18,5 метрів. Тут розташовано 29 причалів, сумарна довжина яких становить 5,5 км.

«Южний» є портом з підвищеною небезпекою у зв'язку з переробкою тут зрідженого газу і хімічних вантажів, зокрема, аміаку. Однак завдяки особливій увазі до питань безпеки за роки існування підприємства ніякої

серйозної загрози він не становив ні місту Южне, ні Одесі, розташованої всього в 50 км від порту [34].

Незважаючи на великі обсяги перевалки вантажів, а також їх високу хімічну небезпеку, екологічна ситуація на території порту (Аджаликського лиману) залишається однією з кращих в світі. В акваторії гніздяться різні види птахів, в тому числі лебеді і сірі чаплі, ходять косяки риб і регулярно заходять чорноморські дельфіни - афаліни.

У 2011 році порт досяг свого найвищого вантажообігу -22 млн. 639,1 тис. тон. До порту примикають залізничні станції «Берегова», «Хімічна» і «Промислова» Одеської залізниці. На теперішній час він виконує завантажувальні, розвантажувальні, допоміжні, переробні і транспортні функції. Крім того, порт надає послуги з відпочинку в санаторії-профілакторії «Портовик» та літній база відпочинку «Лагуна» [35].

Основні напрямки вантажопотоків: Чорноморський і Середземноморський басейн, США, Латинська Америка, Близький Схід, Південно-східна Азія. Наразі порт знаходиться в державній власності України; підприємство, яке управляє портом, підпорядковане міністерству транспорту та зв'язку [36].

#### **4.2 Статистичні характеристики мінливості температури води під час апвелінгів в літній період року**

Як було показано в розділі 1, апвелінги впливають на зниження температури прибережних вод північно-західної частини Чорного моря в теплу пору року. Процеси прибережного апвелінгу, викликаються тривалими за часом вітрами північно-західній чверті. За даними спостережень за температурою води на станції порт Южний виконувався статистичний аналіз випадків апвелінгу в літні місяці року за період 1987-2016 рр. За цей період спостерігалось 47 випадків апвелінгу. В таблиці 4.2.1

наведено часовий інтервал за якій спостерігалось зниження температури води і величина змін для всіх випадків.

Табл.4.2.1- Зниження температури води в градусах Цельсію під час апвелінгу за період 1987-2016 рр.

№	Рік	Часовий інтервал	Зниження Температури, С°	Аномалія темпертури С°	№	Рік	Часовий інтервал	Зниження Температури, С°	Аномалія Температури, С°
1	1987	09-19.08.	8,8	-9,3	26	2001	23-30.06.	6,7	-4,4
2	1988	11-21.06.	10,5	-6,8	27	2002	19-25.07.	7,8	-1,8
3	1988	04-13.07.	12,6	-7,2	28	2003	12-19.06.	10,5	-7,1
4	1988	17-20.08.	10,5	-8,6	29	2003	05-12.07.	10,9	-8,5
5	1989	15-24.07.	9,7	-7,9	30	2003	02-15.08.	12,5	-8,9
6	1990	24-29.06.	4,5	-1,1	31	2005	18-23.06.	10,7	-9,7
7	1990	05-10.07.	10	-5,8	32	2005	06-10.08.	6,1	-0,5
8	1990	19-26.08.	9,1	-8,4	33	2006	08-15.06.	7,8	-7,4
9	1991	19-25.07.	10,9	-7,9	34	2006	13-18.07.	9,7	-7,9
10	1993	14-21.06.	9,2	-7,9	35	2006	21-31.08.	5,7	-2,2
11	1994	11-20.06.	5,4	-5,1	36	2007	17-22.06.	7,7	-3,8
12	1995	16-22.06.	11,6	-6,6	37	2007	25.07-03.08.	7,6	-4,5
13	1995	03-14.08.	7,4	-5,0	38	2010	13-17.06.	5,9	0,9
14	1996	24-30.06.	8,7	-5,4	39	2011	19-29.06.	7,7	-7,3
15	1996	10-19.07.	12,6	-7,4	40	2011	10-20.08.	7,5	-6,3
16	1996	06-10.08.	11,9	-8,5	41	2012	21-28.06.	8,7	-3,2
17	1997	10-13.07.	6,8	-5,4	42	2013	12-23.07.	8,1	-6,6
18	1998	14-23.06.	7,8	-2,2	43	2013	01-06.08.	5,6	-6,7
19	1998	01-08.07.	11,6	-8,2	44	2014	09-15.07.	7,1	-5,9
20	1998	04-14.08.	11	-6,3	45	2015	17-31.06.	8,1	-5,4
21	1999	19-28.06.	8,4	-2,5	46	2016	17-22.07.	11,1	-5,3
22	1999	10-20.07.	11,8	-5,6	47	2016	02-14.08.	11,5	-6,0
23	2000	08-21.06.	11	-8,5	48				
24	2000	06-08.07.	6,3	-3,6	49				
25	2000	30.07-03.08.	10	-8,7	50				

Як видно з таблиці в середньому за рік спостерігається по 2 випадки апвелінгу в літній період, найчастіше явище спостерігалось в червні. Повторюваність апвелінгів в різні роки не однакова : максимальна їх кількість в літні місяці може досягати 3 випадків, а мінімальна - 1 випадок, або взагалі не спостерігаються. Тривалість явища апвелінгу в середньому складає близько 9 діб. Максимальна тривалість склала 14 діб і спостерігалась в 2000 році з 8 по 21 червня та в 2015 році з 17 по 30 червня, а мінімальна – 3 доби в 2000 році з 6 по 8 липня.



В середньому температура води понижається на  $9^{\circ}\text{C}$ , максимальне значення спостерігалось в липні 1988 та 1996 роках і становила  $12,6^{\circ}\text{C}$ , мінімальне значення спостерігалось в червні 1990 року і становило  $4,5^{\circ}\text{C}$ .

Також були розраховані аномалії температури для кожного випадку, для чого використовувались значення середньомісячної температури: для червня  $18,7^{\circ}$ , для липня  $20,8^{\circ}$ , для серпня  $21,1^{\circ}$ . з [37]. Аномалія температури води в окремих випадках може досягати  $8-9^{\circ}\text{C}$ .

Так як прибережні апвелінги є наслідками відгінно-нагіних процесів також було виконано аналіз напрямків і швидкості вітру при апвелінгах. Напрямок та максимальні швидкості вітру виписувалися за всі випадки апвелінгу, після чого розраховувалась повторюваність напрямків вітру у відсотках. Результати розрахунку наведено в табл. 4.2.2 .

З таблиці видно, що зниження температури води під час апвелінгу відбувається під дією вітрів згінних напрямів – ЗхПнЗх, ПнЗ, ПнПнЗ, Пн і ПнПнСх. – їх сумарна повторюваність досягає 65%.

Таблиця 4.2.2 Повторюваність різних напрямків вітру підчас апвелінгу на станції Южний за період 1987 – 2016 рр.

Напрямок	Пн	ПнПнЗх	ПнЗх	ЗхПнЗх	Зх	ЗхПдЗх	ПдЗх	ПдПдЗх
Кількість випадків	72	85	63	21	21	14	26	25
Повторюваність в %	17,87%	21,09%	15,63%	5,21%	5,21%	3,47%	6,45%	6,20%

Напрямок	Пд	ПдПдСх	ПдСх	СхПдСх	Сх	СхПнСх	ПнСх	ПнПнСх
Кількість випадків	25	5	4	1	6	6	9	20
Повторюваність в %	6,20%	1,24%	0,99%	0,25%	1,49%	1,49%	2,23%	4,96%

Середня швидкість вітру під час апвелінгу складає  $4,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , а середня максимальна швидкість вітру –  $11,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

На рис. 4.2.1 показано хід температури води за період 9-19 серпня 1987 року, зміни температури склали з  $20,6 \text{ }^\circ\text{C}$  по  $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ , тобто  $8,8 \text{ }^\circ\text{C}$  за 11 днів. За даний період максимальна швидкість вітру була  $14 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  найбільшу повторюваність мав північний напрямок вітру.

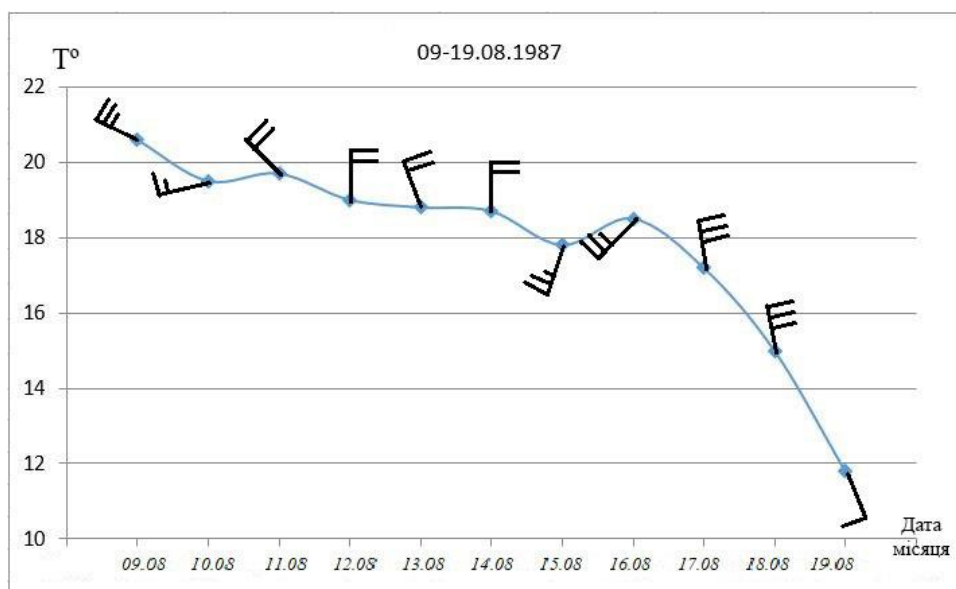


Рисунок 4.2.1 Хід температури води та характеристики вітру на станції порт Южний за період 9-19 серпня 1987 року.

На рис. 4.2.2 показано хід температури води за період 17-20 серпня 1988 року, зміни температури склали з 23,0 °С по 12,5 °С, тобто 10,5 °С за 4 дні. За даний період максимальна швидкість вітру була 15 м·с<sup>-1</sup> найбільшу повторюваність мав північний напрямок вітру.

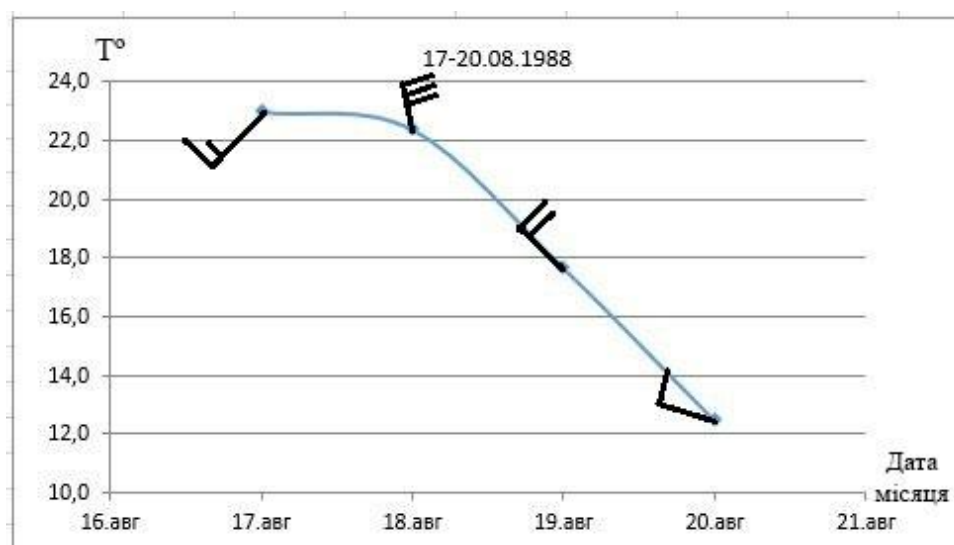


Рисунок 4.2.2 Хід температури води та характеристики вітру на станції порт Южний за період 17-20 серпня 1988 року.

На рис. 4.2.3 показано хід температури води за період 2-15 серпня 2003 року, зміни температури склали з 24,7 °С по 12,2 °С , тобто 12,5 °С за 14 днів. За даний період максимальна швидкість вітру була 17 м·с<sup>-1</sup> найбільшу повторюваність мав північний напрямок вітру.

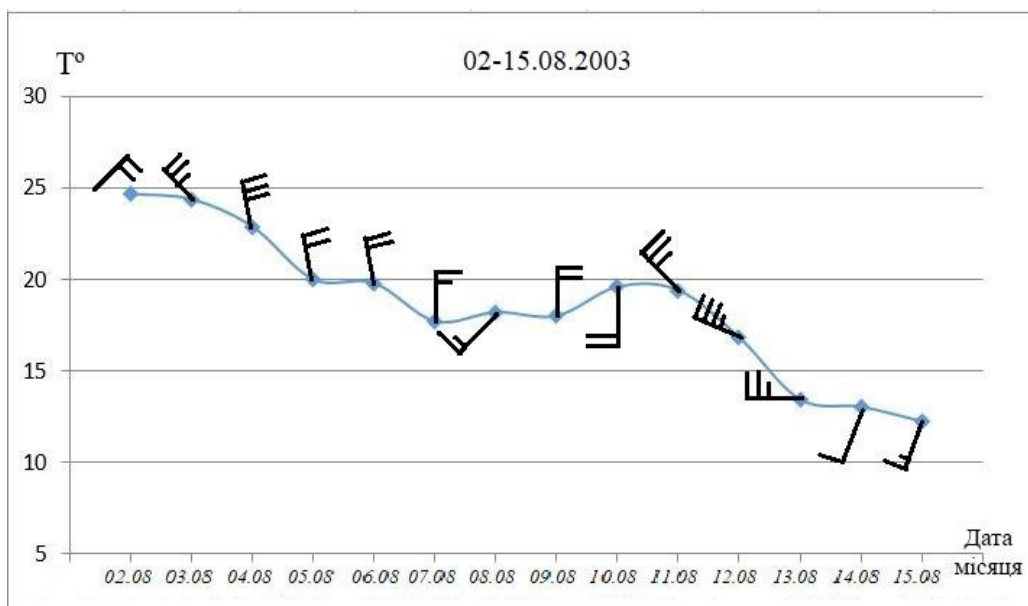


Рисунок 4.2.3 Хід температури води та характеристики вітру на станції порт Южний за період 2-15 серпня 2003 року.

На рис. 4.2.4 показано хід температури води за період 18-23 червня 2005 року, зміни температури склали з 19,7 °С по 9,0 °С , тобто 10,7 °С за 6 днів. За даний період максимальна швидкість вітру була 23 м·с<sup>-1</sup> найбільшу повторюваність мав північний напрямок вітру.

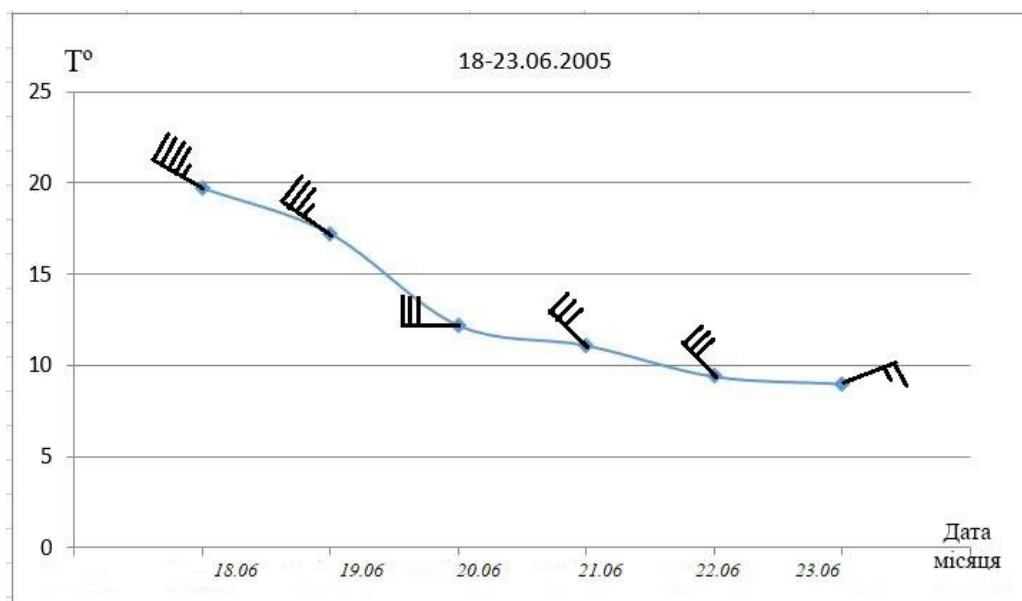


Рисунок 4.2.4 Хід температури води та характеристики вітру на станції порт Южний за період 18-23 червня 2005 року.

Для 4 випадків з найбільшими аномаліями були побудовані графіки зміни температури, солоності та рівня моря.

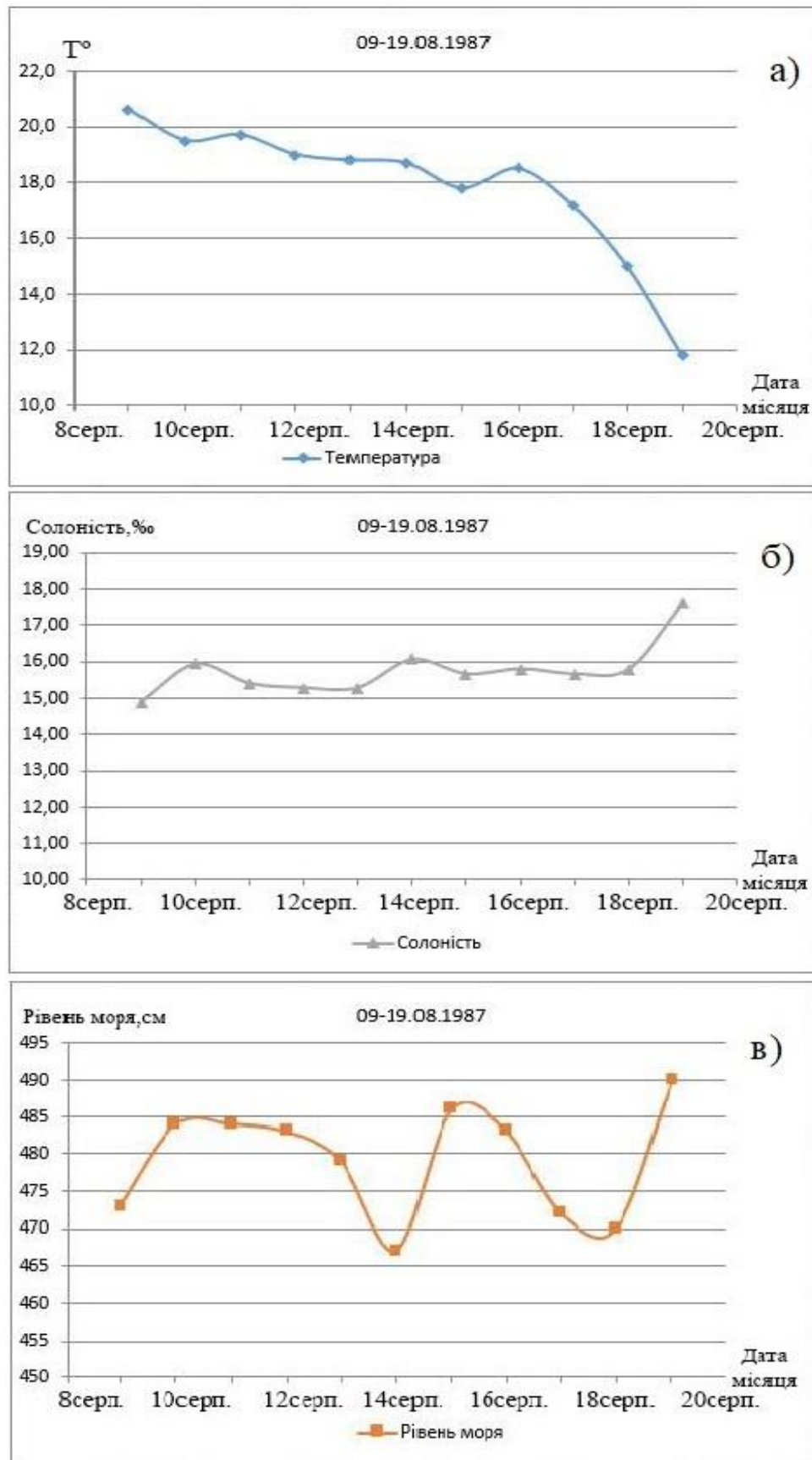


Рисунок 4.2.5 Графік зміни а) температури води , б) солоності, в) рівня моря за період 9-19 серпня 1987 року.

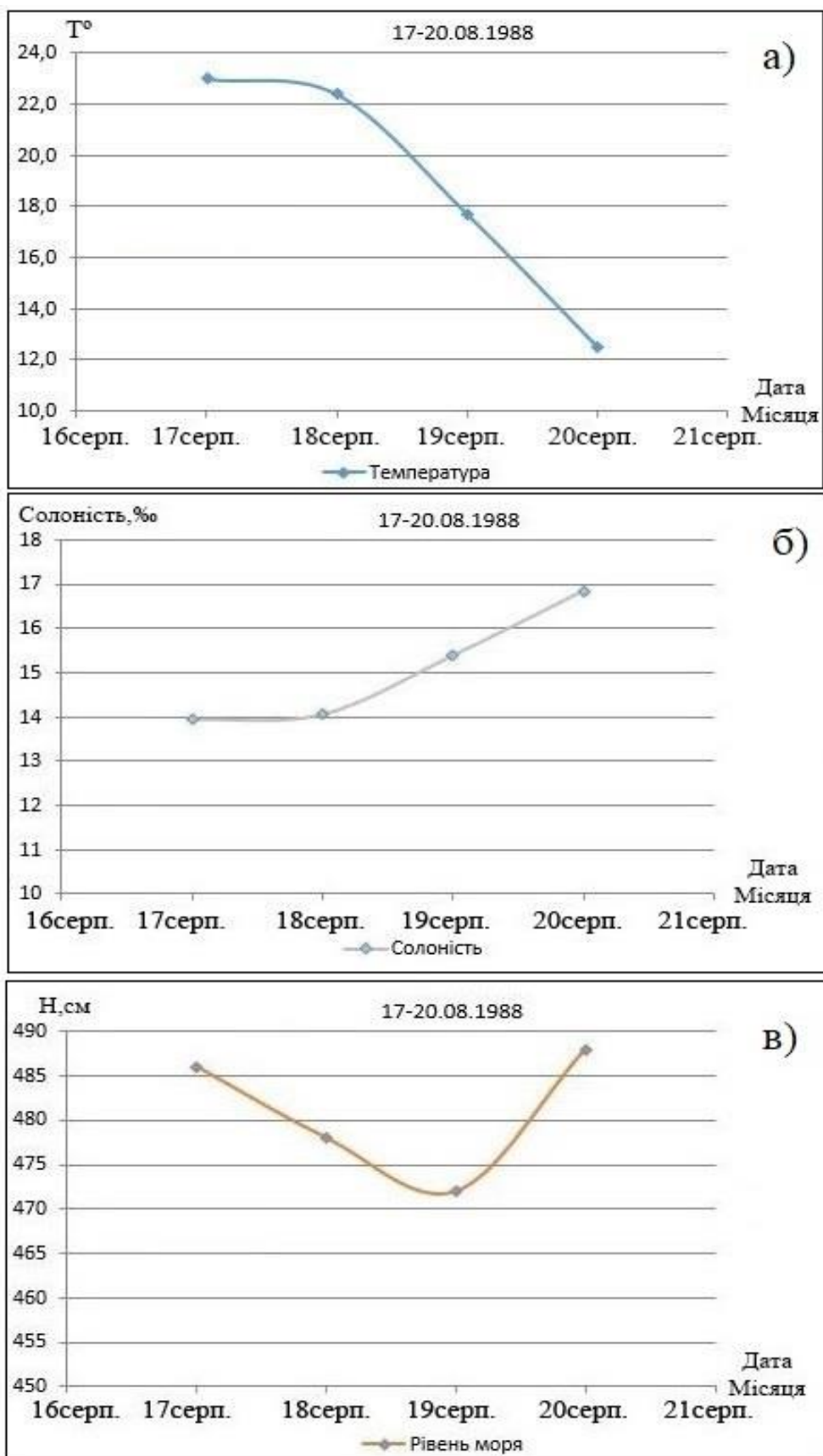


Рисунок 4.2.6 Графік зміни а) температури води , б) солоності, в) рівня моря за період 17-20 серпня 1988 року.

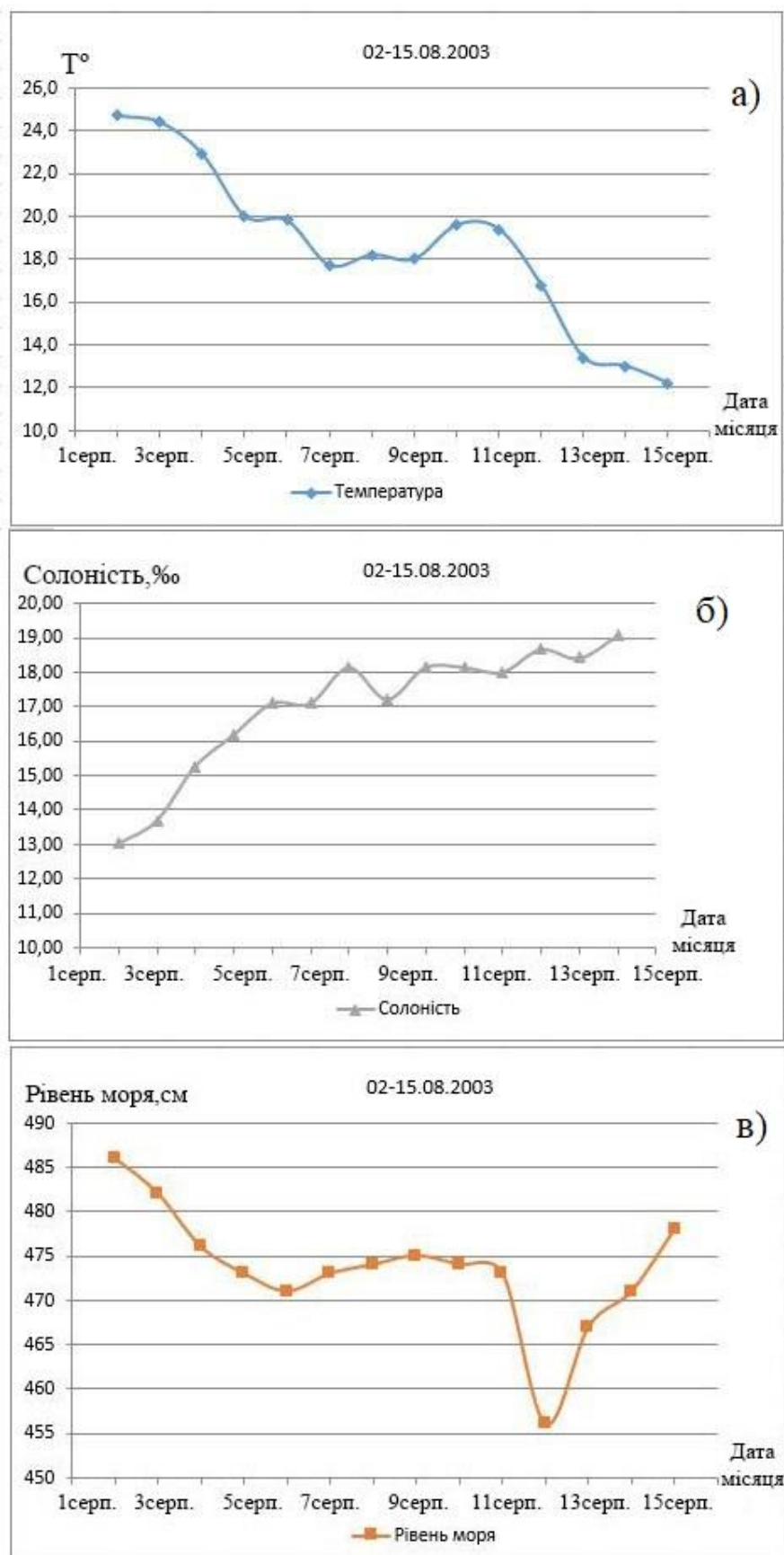


Рисунок 4.2.7 Графік зміни а) температури води , б) солоності, в) рівня моря за період з 2-15 серпня 2003 року.



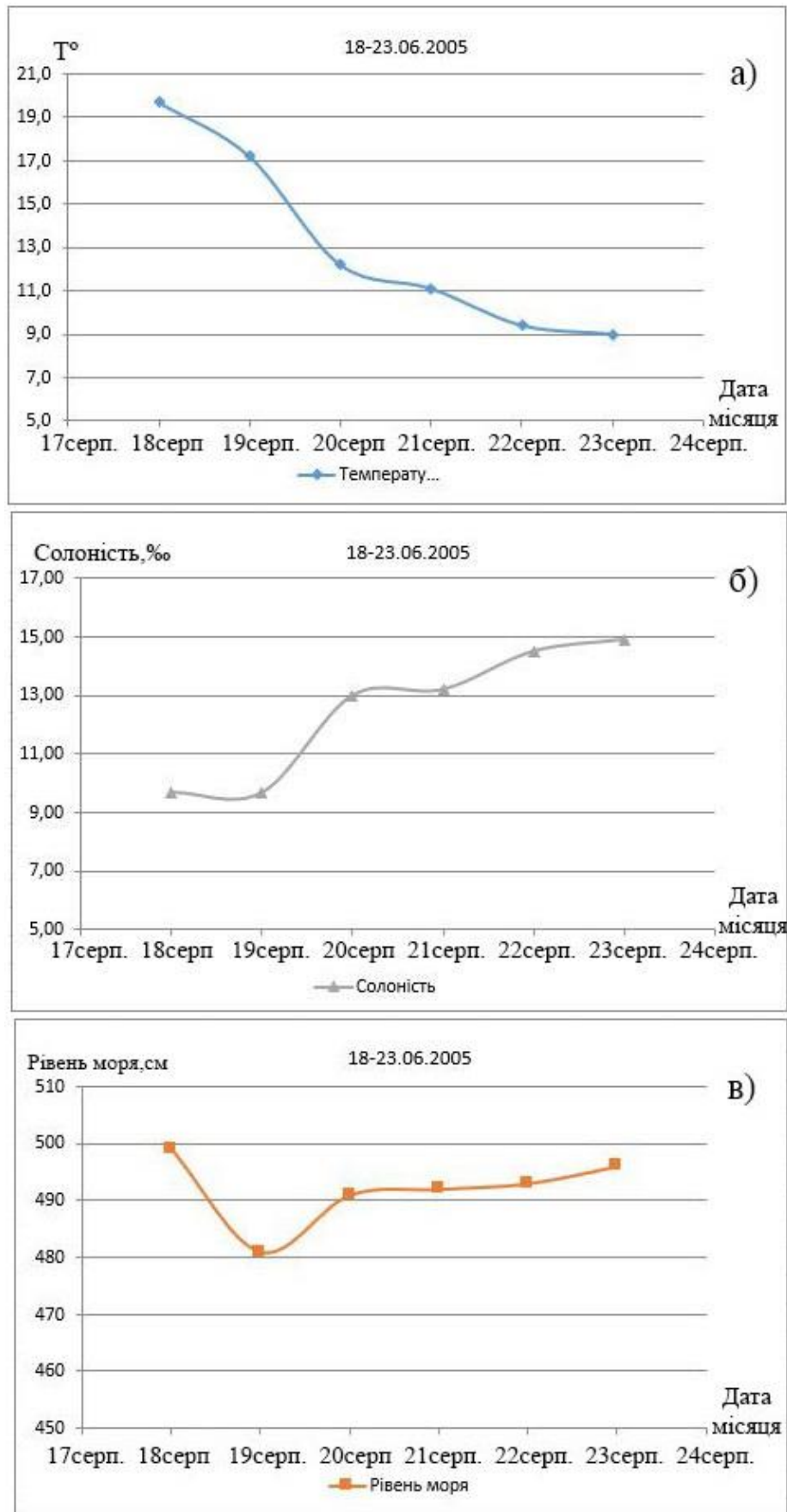


Рисунок 4.2.8 Графік зміни а) температури води , б) солоності, в) рівня моря за період 18- 23 червня 2005 року.

Як видно з графіків наведених вище( рис. 4.2.5 - 4.2.8 ) ми можемо чітко спостерігати що зміна солоності дуже добре демонструє прояв апвелінгу, тому що показує, що до поверхні піднімається не тільки холодна, але і більш солоні вода з-під шару стрибка, яке становить від 3‰ до 6 ‰ за проміжки часу від 4 до 9 діб.

### 4.3 Взаємозв'язки між характеристиками вітру та змінами температури води підчас апвелінгів в літній період року

По середнім багаторічним даним (табл. 4.3.1) [37] напрямку і швидкості вітру, та за період спостереження за 1980 - 2011 рр., були побудовані рози вітрів , які наведені на рис 4.3.1. За середньо багаторічними даними найбільша повторюваність припадає на південний та північний вітер – 20,2 % і 32,8 % відповідно.

Табл.4.3.1 - Повторюваність (%) вітру по румбах і градаціям за даними середніх багаторічних спостережень (1980 – 2011 рр.) [37]

Напрямок вітру \ Градації швидкості	Градації швидкості				Σ
	1-5	6-10	11-16	16-20	
Пн	20,27	31,35	32,72	32,76	32,8
ПнСх	3,74	5,83	5,99	5,99	6
Сх	8,1	11,58	11,75	11,75	11,8
ПдСх	3,14	4,41	4,48	4,48	4,5
Пд	13,65	19,91	20,22	20,23	20,2
ПдЗх	3,83	5,52	5,63	5,63	5,6
Зх	7,14	10,25	10,43	10,43	10,4
ПнЗх	2,81	3,36	6,72	6,72	6,8

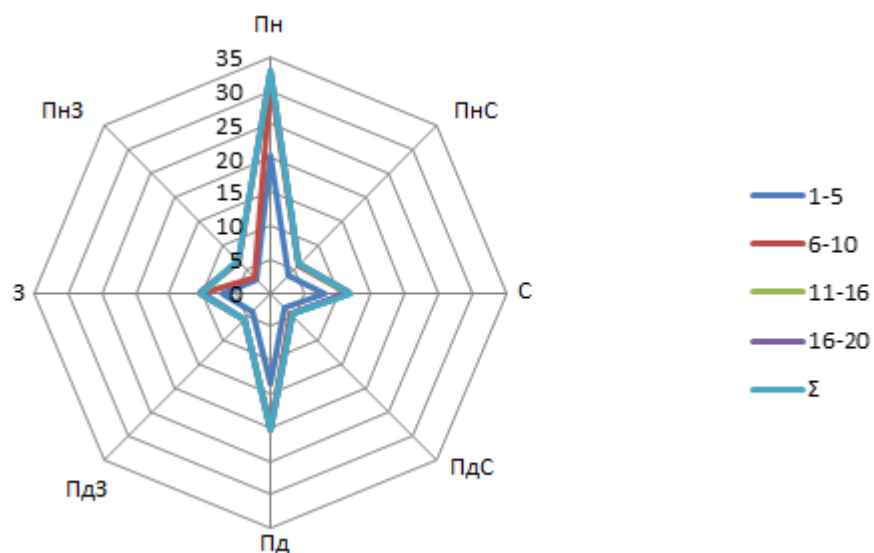


Рисунок 4.3.1 Роза вітрів, побудована за даними спостереження за 1980 – 2011 рр.

Оскільки аналіз показав, що ефективними напрямками для нагонів і згонів рівня моря для порту Южний є напрямки північ-південь, розраховувалися проекції вітру на ці напрямки [38]. Для їх розрахунку користувалися таблицею 4.3.2.

Табл. 4.3.2 - Проекція напрямків вітру порту Южний

Напрямок вітру	Коефіцієнт	Напрямок вітру	Коефіцієнт
Пн	1	Пд	-1
ПнПнСх	0,924	ПдПдЗх	-0,924
ПнСх	0,707	ПдЗх	-0,707
СхПнСх	0,383	ЗхПдЗх	-0,383
Сх	0	Зх	0
СхПдСх	-0,383	ЗхПнЗх	0,383
ПдСх	-0,707	ПнЗх	0,707
ПдПдСх	-0,924	ПнПнЗх	0,924

З таблиці видно, що нагінні вітри враховують з від'ємним знаком, а згінні – з додатнім.

Для кожного місяця були розраховані суми проєкцій середньої та максимальної швидкості вітру на ефективний напрямок. За цими даними були побудовані графіки залежності температури від проєкції вітру на ефективний напрямок а також розраховані рівняння регресії.

На рисунку 4.3.2 - 4.3.7 представлені графіки залежності температури від проєкції середньої та максимальної швидкості вітру на ефективний напрямок, за період спостережень 1987-2016рр для кожного місяця (Червень, Липень, Серпень).

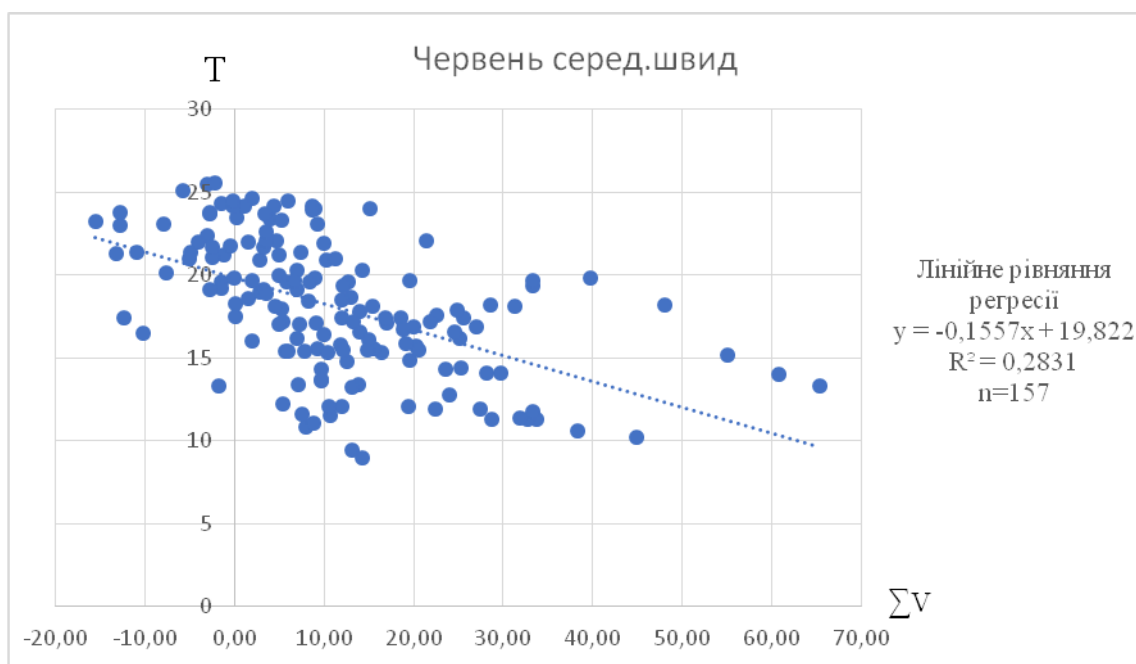


Рисунок 4.3.2 Графік залежності температури від суми проекції вітру на ефективний напрямок( середня швидкість вітру ) за червень.

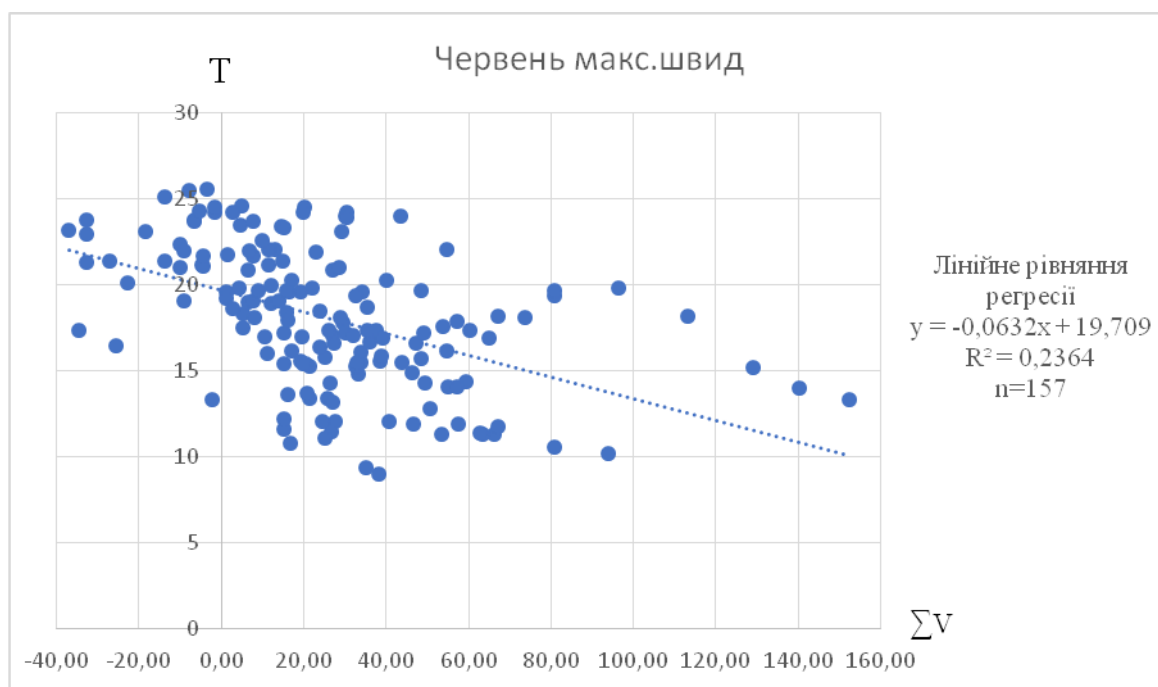


Рисунок 4.3.3 Графік залежності температури від суми проекції вітру на ефективний напрямок( максимальна швидкість вітру ) за червень.

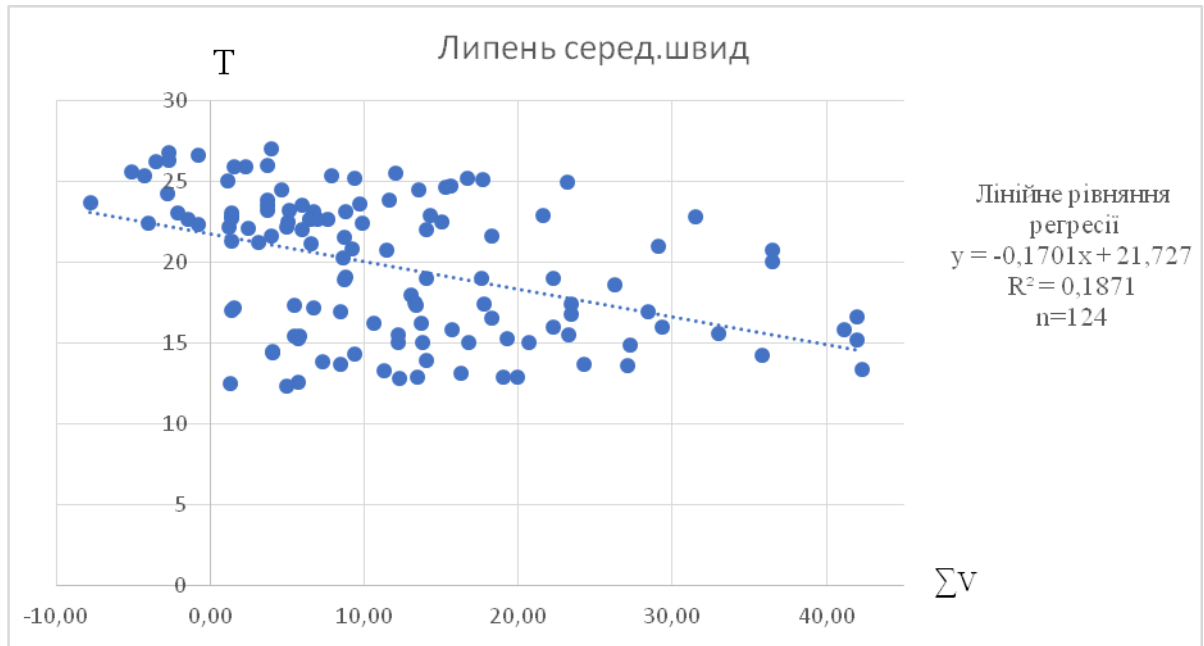


Рисунок 4.3.4 Графік залежності температури від суми проекції вітру на ефективний напрямок( середня швидкість вітру ) за липень .

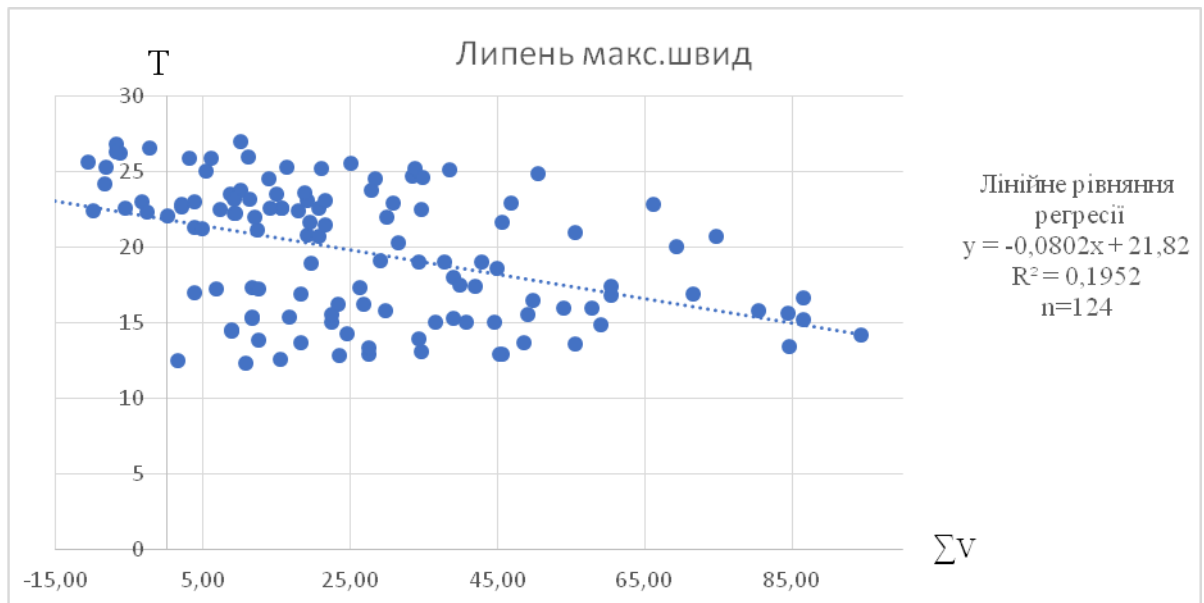


Рисунок 4.3.5 Графік залежності температури від суми проекції вітру на ефективний напрямок( максимальна швидкість вітру ) за липень.

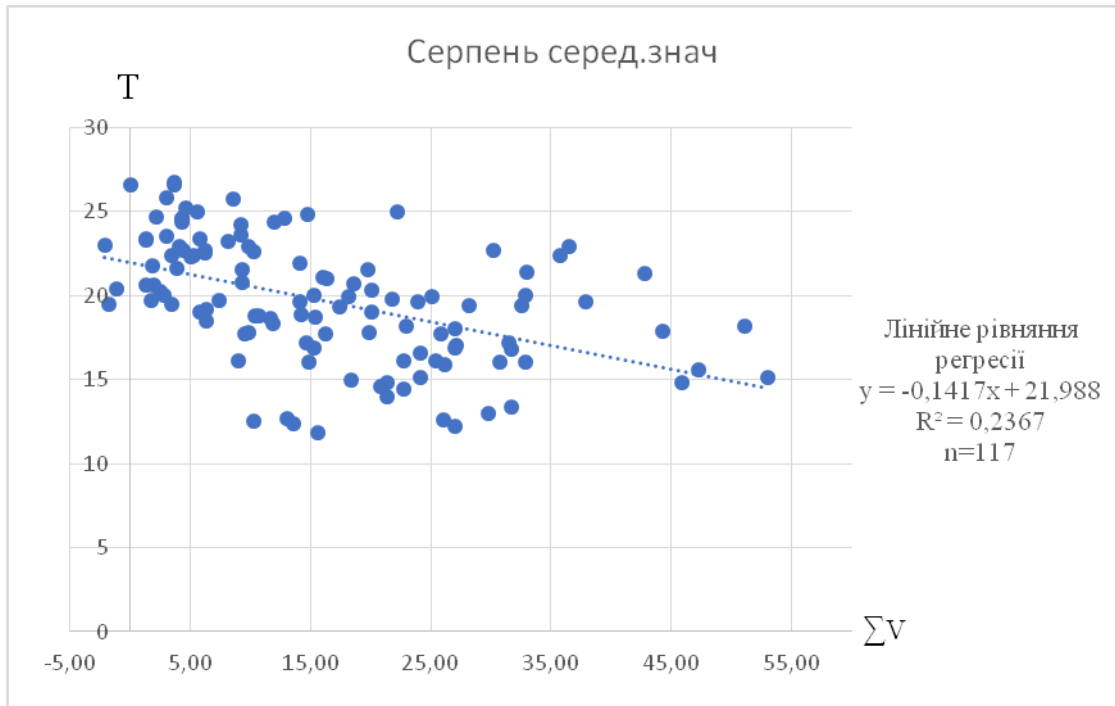


Рисунок 4.3.6 Графік залежності температури від суми проєкції вітру на ефективний напрямок( середня швидкість вітру ) за серпень .

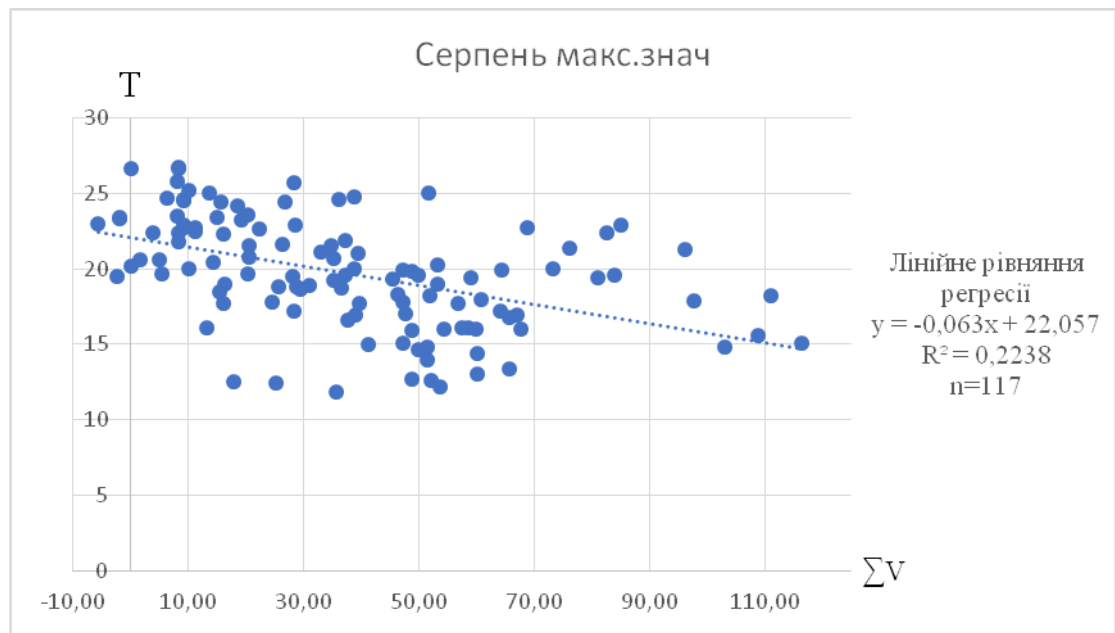


Рисунок 4.3.7 Графік залежності температури від суми проєкції вітру на ефективний напрямок( максимальна швидкість вітру ) за серпень.

Як видно, всі графіки добре демонструють взаємозалежності між змінами температури води та сумами проекцій вітру на ефективний напрямок. Всі коефіцієнти детермінації ( $R^2$ ) є статистично значущими, що підтверджує надійність рівнянь регресії. Найбільш значне (на 10-15 градусів) зниження температури води в червні досягається, якщо сума проекцій середньої швидкості вітру на ефективний напрямок становить 50-60, а максимальної швидкості – 80-100. В липні і серпні найбільш значні (на 8-10 градусів) зниження температури досягаються, якщо сума проекцій середньої швидкості вітру на ефективний напрямок становить 40-50, а максимальної швидкості – 80-100.

За отриманими рівняннями виконувались розрахунки змін температури води для випадків апвелінгу і знаходилась їх забезпеченість для кожного місяця окремо. За допустиму помилку приймалися значення середнього квадратичного відхилення температури води. Всі результати наведені в таблиці 4.3.3.



Таблиця 4.3.3 Рівняння регресії і забезпеченість розрахунків температури води підчас апвелінгу по сумах проєкцій середньої (а) і максимальної (б) швидкості вітру на ефективний напрямок для кожного місяця відповідно.

а)

Місяць	n	σ	Середня швидкість вітру		
			Рівняння регресії		Забезпеченість,%
			Y	R <sup>2</sup>	
Червень	157	4,03	$t = -0,1557\Sigma v + 19,822$	$R^2 = 0,2831$	73,08
Липень	124	4,29	$t = -0,1701\Sigma v + 21,727$	$R^2 = 0,1871$	67,74
Серпень	117	3,62	$t = -0,1417\Sigma v + 21,988$	$R^2 = 0,2367$	73,50

б)

Місяць	n	σ	Максимальна швидкість вітру		
			Рівняння регресії		Забезпеченість,%
			Y	R <sup>2</sup>	
Червень	157	4,03	$t = -0,0632\Sigma v + 19,709$	$R^2 = 0,2364$	69,87
Липень	124	4,29	$t = -0,0802\Sigma v + 21,82$	$R^2 = 0,1952$	68,55
Серпень	117	3,62	$t = -0,063\Sigma v + 22,057$	$R^2 = 0,2238$	73,50

Примітка: n – довжина ряду, σ – середнє квадратичне відхилення, R<sup>2</sup> – коефіцієнт детермінації.

Як видно з таблиці, в червні забезпеченість розрахунків по середній швидкості вітру складає 73%, а по максимальній – 70%. В липні забезпеченість розрахунків по середній і максимальній швидкості вітру дорівнює 68%, а в серпні – 73%.

Таким чином можна за прогнозом визначити суму проєкцій вітру на ефективний напрямок і розрахувати по отриманим рівнянням зміни температури води.



## ВИСНОВКИ

1. Прибережні апвелінги надають неоднозначний вплив на екологічну структуру морської води прилеглих акваторій. Підйом нижчих вод супроводжується виносом біогенних речовин, що сприяє розвитку фіто і зоопланктону і формування рибних пасовищ. У той же час, ці ж процеси збільшують евтрофікацію вод, а тривале і інтенсивне зниження температури води призводить до обмеження нересту теплолюбних видів риб.

2. Аналіз літературних джерел по особливостям літнього термічного режиму північно-західної частини Чорного моря на станціях Одеса-порт, Чорноморськ і Южний показав, що понад 10 % усіх літніх середньодобових температур води лежить нижче 15 °С., що є проявом прибережних апвелінгів.

3. Аналіз матеріалів спостережень за температурою води на станції Южний в літні місяці року показав, що за період 1987-2016 рр. спостерігалось 47 випадків апвелінгу. В середньому за літні місяці спостерігається по 2 випадки апвелінгу, а найчастіше явище спостерігалось в червні. В середньому тривалість явища апвелінгу становить 9 діб, максимальна склала 14 діб, а мінімальна – 3 доби. Температура води в середньому понижається на 9°C, максимальне значення спостерігалось в липні 1988 та 1996 роках і становила 12,6°C, мінімальне значення спостерігалось в червні 1990 року і становило 4.5°C

4. Аналіз окремих випадків показав, що підчас апвелінгу спостерігається також значне підвищення солоності води, яке становить від 3‰ до 6‰ за проміжки часу від 4 до 9 діб.

5. Аналіз матеріалів спостережень за напрямками та швидкостями вітру показали, що зниження температури води підчас апвелінгу відбувається під дією вітрів згінних напрямів – ЗхПнЗх, ПнЗх, ПнПнЗх, Пн і ПнПнСх. – їх сумарна повторюваність досягає 65%. Середня швидкість вітру під час

апвелінгу складає  $4,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , а середня максимальна швидкість вітру  $-11,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Для розрахунків проєкцій вітру ефективним напрямком для станції Южний було обрано напрям Північ - Південь.

6. Графіки взаємозалежності між змінами температури води та сумами проєкцій вітру на ефективний напрямок показали, що найбільш значне (на  $10-15$  градусів) зниження температури води в червні досягається, якщо сума проєкцій середньої швидкості вітру на ефективний напрямок становить  $50-60$ , а максимальної швидкості –  $80-100$ . В липні і серпні найбільш значні (на  $8-10$  градусів) зниження температури досягаються, якщо сума проєкцій середньої швидкості вітру на ефективний напрямок становить  $40-50$ , а максимальної швидкості –  $80-100$ .

7. Отримано рівняння регресії, які дозволили розраховувати зміни температури води під час апвелінгу по сумах проєкцій середнього та максимального вітру на ефективний напрямок. В червні забезпеченість розрахунків по середній швидкості вітру складає  $73\%$ , а по максимальній –  $70\%$ . В липні забезпеченість розрахунків по середній і максимальній швидкості вітру дорівнює  $68\%$ , а в серпні –  $73\%$ .

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буйницкий В.Х. Спутниковая океанология – вып.2.– Л.: ЛГУ, 1980– С.47-60.
2. Использование спутниковой информации в исследовании океана и атмосферы. Тезисы докладов (апрель 1969 г., Звенигород) – М., 1969.– С.14-16.
3. Кочиков В.Н. Локальные подъемы вод и их влияние на биопродуктивность различных районов Мирового океана – М : ЦНИИТЭИРХ, 1980 – 47 с.
4. Clancy R. M., Thomson J.D., Hulbert H.E., Lee J.D. A model of mesoscale air-sea interaction in a sea breeze-coastal upwelling regime // Mon. Wea. Rev. 1979. 107. P. 1476-1505.
5. Shukla J. Effects of Arabian sea-surface temperature anomaly on Indian summer monsoon; a numerical experiment with the GFDL model // J. Atmos. Sci. 1975. 32. P. 503 – 511.
6. Иванов В.А., Коснырев В.К., Михайлова Э.Н. Апвеллинг в северо-западной части Черного моря в период летнего прогрева // Морской гидрофизический журнал. 1996. № 4. С. 26 – 35.
7. Коснырев В.К., Михайлова Э.Н., Станичный С.В. Апвеллинг в Черном море по результатам численных экспериментов и спутниковым данным // Там же. 1996. № 5. С. 34 – 46.
8. Коснырев В.К., Михайлова Э.Н., Шапиро Н.Б. Численное моделирование апвеллинга в северо-западной части Черного моря // Метеорология и гидрология. 1996. № 12. С. 65 – 71.
9. Иванов В.А., Михайлова Э.Н., Шапиро Н.Б. Моделирование ветровых апвеллингов в окрестностях локальных особенностей рельефа дна на северо-западном шельфе Черного моря // Морской гидрофизический журнал. 2008. № 3. С. 68 – 80.

10. Иванов В.А., Михайлова Э.Н. Апвеллинг в Черном море. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. 92 с.
11. Под ред. Смирнова А.И., Альтмана Э.Н.// Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV: Черное море. Вып. 1 Гидрометеорологические условия // Санкт-Петербург: Гидрометиздат, 1991. – 430 с.
12. Гончаров В.П. и др. Площади и объемы Средиземного и Черного морей// Океанология. – 1995. – Т.5, вып. – 6 – С. 987 – 992.
13. Леонов А.К. Региональная океанология. Ч. 1 – Л.: Гидрометиздат, 1960. – 765 с.
14. Под ред. Смирнова А.И., Альтмана Э.Н.// Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. IV: Черное море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия // Санкт-Петербург: Гидрометиздат, 1991. – 430 с.
15. Под ред. А. К. Виноградова // Экосистема Григорьевского (Малого Аджалыкского ) лимана ; Э40 Монография— Одесса: Астропринт, 2008. - 264 с.
16. Подпругина Т.М. К вопросу об изменчивости средних уровней в Черном море // Сборник работ ЛЮМ ГОИН.—1972.—Вып.9.—С.136-141.
17. Наумова В.А., Евстигнеев М.П., Евстигнеев В.П. и др. Ветроволновые условия Азово-Черноморского побережья Украины // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2010. – № 259. – С. 263-283.
18. Иванов В.А., Михайлова Э.Н. Апвеллинг в Черном море. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – 92 с.
19. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 4. //Черное море. 1991.- 340с.
20. Солаков Д., Филипов А. Исследование непериодических колебаний уровня в порту Ильичевск. 1981. - С. 47 – 53.

21. Влияние ветра на формирование неперiodичных колебаний моря//Гидрология и метеорология. ,1981.- С.39 – 49
22. Богданова А.К., Кропачев Л.Н. Сгонно-нагонная циркуляция и ее роль в гидрологическом режиме Черного моря. 1959. - С. 26 – 33
23. Монин А.С, Каменкович В.М., Корт В.Г. –Изменчивость мирового океана. - Л.: Гидрометеоиздат ,1974. -С.16-19.
24. Ломакин П.Д. Апвеллинг в Керченском проливе и прилегающей акватории Черного моря на базе контактных и спутниковых данных / П.Д. Ломакин // МГЖ. 2018. том 34. С. 28-37.
25. Иванов В.А. Апвеллинг в Черном море / В.А. Иванов, С.Н. Михайлова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа сб. науч. тр. Севастополь ЭКОСИ -Гидрофизика, 2008. 91с.
26. Голубович В.В. Апвеллинг в Северо-западной части Черного моря (на примере станции Одесса-порт), как фактор воздействия на прибрежную рекреационную зону / В.В. Голубович // Екологічні проблеми Чорного моря: Зб. матеріалів до 10-го міжнар. симпозіуму 30-31 жовтня, 2008 р. Одеса: ОЦНТЕІ. 2008. С. 314-323
27. PSL Map Room - Sea Surface Temperature (SST). <https://www.ospo.noaa.gov/Products/ocean/sst/contour/>
28. Ekman V.W. On the influence of the earth's rotation on ocean currents // Arkiv. f. Math. Astr. Fysik. – 1905. – 2, № 11. – P. 1 – 53.
29. Clancy R. M., Thomson J.D., Hulbert H.E., Lee J.D. A model of mesoscale air-sea interaction in a sea breeze-coastal upwelling regime // Mon. Wea. Rev. – 1979. – 107. – P. 1476 – 1505.
30. Сервер данных <http://www.ims.metu.edu.tr/SeaDataNet/>.
31. Сервер данных <http://ds.data.jma.go.jp/>.
32. NOAA Operational Model Archive Distribution System // Real Time Nomads NCEP Component, <http://nomad1.ncep.noaa.gov/>.

33. <http://odessa-life.od.ua/article/6177-10-interesnyh-faktov-o-porte-Yuzhnyu> (история) (дата останнього звернення)
34. <http://www.port-yuzhny.com.ua/> (дата останнього звернення 15.11.2016 р.)
35. <http://www.sifservice.com/index.php/informatsiya/porty-ukrainy/morskie-porty/item/35-yuzhny-morskoj-port> (дата останнього звернення 28.12.2016 р.)
36. <http://uspa.gov.ua/yuz/> (дата останнього звернення 22.01.2017 р.)
37. Гидрометеорологические условия морей Украины .Т.2. Черное море/Ю.П.Ильин, Л.Н.Репетин, В.Н.Белокопытов, Ю.Н.Горячкин, Н.Н.Дьяков, А.А. Кубряков, С.В. Станичный.- Севастополь,2012.-420с.
38. Морские прогнозы (под.ред. Абузярова З.К.) Л.: Гидрометеоиздат,1987.- 297 с.



**ДОДАТОК. ВИХІДНІ ДАНІ ПО ТЕМПЕРАТУРІ ВОДИ, НАПРЯМАМ  
ТА ШВИДКОСТІ ВІТРУ У ВИПАДКАХ ПРОЯВИ АПВЕЛІНГУ**

Рік	Дата	tw	Напрямок вітру	Середня швидкість вітру, м\с	Максимальна швидкість вітру, м\с
1987	09.серп.	20,6	ЗхПнЗх	5	13
	10.серп.	19,5	ПдПдЗх	4	8
	11.серп.	19,7	ПнЗх	5	11
	12.серп.	19,0	Пн	4	11
	13.серп.	18,8	ПнПнЗх	5	10
	14.серп.	18,7	Пн	5	11
	15.серп.	17,8	ПдПдЗх	6	13
	16.серп.	18,5	ПдЗх	5	13
	17.серп.	17,2	ПнПнЗх	9	14
	18.серп.	15,0	ПнПнЗх	4	14
19.серп.	11,8	ПдПдСх	3	6	

1988	11.черв.	22,4	Пд	3	10
	12.черв.	21,4	ЗхПдЗх	5	10
	13.черв.	21,2	ПнПнЗх	4	10
	14.черв.	20,9	Пн	4	11
	15.черв.	20,3	ПнСх	6	15
	16.черв.	16,2	Зх	7	15
	17.черв.	12,1	ПнЗх	7	15
	18.черв.	12,1	ПнПнЗх	8	14
	19.черв.	12,8	ПнПнЗх	5	11
	20.черв.	11,9	ЗхПдЗх	4	11
	21.черв.	11,9	Пн	5	11

1988	04.лип.	26,2	ПдЗх	5	9
	05.лип.	25,6	ЗхПдЗх	4	11
	06.лип.	25,3	ЗхПнЗх	2	6
	07.лип.	23,5	Пн	8	17
	08.лип.	18,9	Пн	5	11
	09.лип.	15,3	Пд	3	8
	10.лип.	16,2	Пн	8	15
	11.лип.	15,0	Пн	7	14
	12.лип.	13,7	ПнЗх	5	11
13.лип.	13,6	ПнСх	4	10	

1988	17.серп.	23,0	ПдЗх	3	8
	18.серп.	22,4	ПнПнЗх	8	15

	19.септ.	17,7	ПнЗх	6	11
	20.септ.	12,5	ЗхПнЗх	2	5

1989	15.лип.	22,6	ПдЗх	2	8
	16.лип.	22,5	ПнПнЗх	7	14
	17.лип.	21,1	ЗхПнЗх	4	13
	18.лип.	16,2	Пн	4	11
	19.лип.	13,7	ПдЗх	3	7
	20.лип.	16,9	Зх	6	13
	21.лип.	13,8	ЗхПдЗх	3	15
	22.лип.	12,8	Пн	5	11
	23.лип.	13,1	Пн	4	11
24.лип.	12,9	ПдЗх	4	10	

1990	24.черв.	22,1	ПнПнЗх	5	14
	25.черв.	20,9	ПнЗх	8	20
	26.черв.	18,7	ЗхПнЗх	7	22
	27.черв.	15,7	ПнПнЗх	8	14
	28.черв.	14,4	Пн	5	11
	29.черв.	17,6	ПдЗх	4	8

1990	05.лип.	25,0	ЗхПнЗх	3	14
	06.лип.	23,1	ПнПнСх	6	15
	07.лип.	19,1	ПнЗх	3	14
	08.лип.	18,0	ПнЗх	6	14
	09.лип.	15,0	ПнПнСх	4	6
	10.лип.	15,0	Пд	3	8

1990	19.септ.	21,8	ПнПнЗх	2	9
	20.септ.	21,6	Пн	2	18
	21.септ.	20,4	Пд	5	12
	22.септ.	19,5	ПнПнЗх	5	15
	23.септ.	19,2	ПнЗх	4	10
	24.септ.	18,3	ПнПнЗх	6	12
	25.септ.	16,0	Пн	3	8
	26.септ.	12,7	ПдПдЗх	2	6

1991	19.лип.	23,8	ПнПнЗх	4	11
	20.лип.	22,6	ПнПнЗх	3	6
	21.лип.	22,6	ШТ	2	5
	22.лип.	22,6	ЗхПнЗх	3	13
	23.лип.	22,5	ПнПнЗх	8	15
	24.лип.	17,4	ПнПнЗх	3	8
	25.лип.	12,9	ПнЗх	3	5

1993	14.черв.	20,0	Пн	5	12
	15.черв.	19,8	Пн	4	10
	16.черв.	19,6	ПнПнЗх	4	13
	17.черв.	17,1	ПдЗх	5	10
	18.черв.	13,4	ПдЗх	3	8
	19.черв.	14,8	ПнПнЗх	6	13
	20.черв.	11,5	ПдПдЗх	2	7
	21.черв.	10,8	ПдПдЗх	3	11

1994	11.черв.	19,0	ПнЗх	4	9
	12.черв.	19,6	ПнПнЗх	6	14
	13.черв.	17,8	ПнПнЗх	6	11
	14.черв.	15,8	ПдЗх	3	6
	15.черв.	15,3	ПнПнЗх	5	8
	16.черв.	17,4	ПнЗх	3	7
	17.черв.	16,6	ПдПдЗх	5	11
	18.черв.	16,7	ПнЗх	7	12
	19.черв.	13,4	Пд	5	10
	20.черв.	13,6	ПдЗх	6	14

1995	16.черв.	23,7	ПдПдЗх	3	7
	17.черв.	23,8	ШТ	1	6
	18.черв.	23,5	Пн	3	11
	19.черв.	23,4	ПнПнЗх	4	11
	20.черв.	21,0	ПнПнЗх	8	15
	21.черв.	15,6	ПнЗх	6	14
	22.черв.	12,1	Пд	5	14

1995	03.серп.	23,5	Пн	3	8
	04.серп.	23,4	ПнЗх	4	10
	05.серп.	23,2	ЗхПнЗх	6	11
	06.серп.	21,9	Пн	6	18
	07.серп.	19,9	Пн	4	10
	08.серп.	19,6	Пд	4	10
	09.серп.	20,3	Пн	6	16
	10.серп.	19,0	Сх	5	11
	11.серп.	19,9	Пн	5	11
	12.серп.	19,4	ПнПнЗх	8	18
	13.серп.	16,9	ПдПдЗх	6	15
	14.серп.	16,1	ПдЗх	6	12

1996	24.черв.	22,0	Пд	4	9
	25.черв.	21,8	ПнСх	5	15
	26.черв.	21,1	Пд	2	6
	27.черв.	21,7	Зх	3	14

	28.черв.	21,7	ПнЗх	8	17
	29.черв.	19,1	Зх	5	11
	30.черв.	13,3	Пд	5	10

1996	10.лип.	26,0	ПнПнЗх	4	12
	11.лип.	25,2	ПнЗх	8	14
	12.лип.	22,9	ПнЗх	7	14
	13.лип.	19,0	Пн	8	12
	14.лип.	16,0	Пн	7	11
	15.лип.	18,6	Пд	3	9
	16.лип.	21,0	ПнЗх	4	15
	17.лип.	20,0	ПнПнЗх	8	15
	18.лип.	15,8	ПнПнЗх	5	12
	19.лип.	13,4	СхПнСх	3	11

1996	06.серп.	24,5	ПнЗх	6	13
	07.серп.	22,6	Пн	6	13
	08.серп.	20,7	ПнПнЗх	9	14
	09.серп.	15,1	ПнПнЗх	6	13
	10.серп.	12,6	СхПнСх	5	13

1997	10.лип.	22,2	ПнЗх	7	13
	11.лип.	20,8	ПнЗх	6	14
	12.лип.	17,3	ПдПдЗх	4	8
	13.лип.	15,4	Зх	3	11

1998	14.черв.	24,3	ЗхПдЗх	4	14
	15.черв.	23,1	ПдПдЗх	7	14
	16.черв.	21,4	Пд	3	9
	17.черв.	23,0	ПдПдЗх	2	6
	18.черв.	23,8	Сх	5	10
	19.черв.	23,2	ЗхПдЗх	7	11
	20.черв.	21,3	ЗхПнЗх	6	11
	21.черв.	20,1	ПнПнЗх	6	11
	22.черв.	17,4	ПдПдЗх	5	13
	23.черв.	16,5	ПнЗх	3	13

1998	01.лип.	24,2	ПдПдЗх	3	9
	02.лип.	23,7	Пд	5	12
	03.лип.	23,0	ПнЗх	8	24
	04.лип.	17,2	ПнПнЗх	4	11
	05.лип.	15,4	ПнЗх	6	14
	06.лип.	14,3	ПнЗх	5	11
	07.лип.	13,3	ЗхПнЗх	5	8
	08.лип.	12,6	ПдПдСх	6	13

1998	04.серп.	25,8	Пн	3	8
	05.серп.	25,7	ПнПнЗх	6	22
	06.серп.	24,6	ПнЗх	6	11
	07.серп.	19,3	ПнПнЗх	5	10
	08.серп.	16,9	ПдЗх	3	9
	09.серп.	18,8	ПдПдЗх	5	11
	10.серп.	21,0	ПнЗх	8	15
	11.серп.	17,8	ПнЗх	5	11
	12.серп.	16,1	ПнПнЗх	6	11
	13.серп.	14,0	Пд	4	6
14.серп.	14,8	ШТ	1	5	

1999	19.черв.	24,6	Пн	2	5
	20.черв.	24,5	Пн	4	15
	21.черв.	24,0	Пн	3	10
	22.черв.	24,2	ПдПдСх	5	11
	23.черв.	24,2	ПнСх	6	15
	24.черв.	23,9	Сх	6	14
	25.черв.	24,0	ПнПнСх	7	14
	26.черв.	22,1	ПнЗх	9	16
	27.черв.	16,9	ПнПнЗх	6	11
	28.черв.	16,2	ПдПдЗх	2	11

1999	10.лип.	27,0	Пн	4	10
	11.лип.	25,5	Пн	8	15
	12.лип.	24,5	СхПнСх	4	9
	13.лип.	24,7	ПнСх	3	7
	14.лип.	25,1	Пн	2	5
	15.лип.	25,2	ПдПдЗх	1	5
	16.лип.	24,9	ПнПнЗх	7	18
	17.лип.	22,8	ПнПнЗх	9	17
	18.лип.	20,7	ПнЗх	7	12
	19.лип.	16,6	ПнПнЗх	6	13
	20.лип.	15,2	Зх	5	11

2000	08.черв.	21,2	ПнЗх	7	16
	09.черв.	15,6	ПнЗх	6	11
	10.черв.	13,2	Пн	4	8
	11.черв.	15,3	ПдЗх	4	8
	12.черв.	18,4	ПдЗх	3	8
	13.черв.	17,4	ПнПнЗх	4	11
	14.черв.	16,1	Пн	3	8
	15.черв.	16,4	Пд	5	10
	16.черв.	15,5	ПнЗх	7	14
	17.черв.	15,5	ПнЗх	8	14
	18.черв.	14,3	ЗхПнЗх	8	15
	19.черв.	11,3	ПнПнЗх	11	18
	20.черв.	10,6	ПнПнЗх	5	16
	21.черв.	10,2	ПнПнЗх	7	14

2000	06.лип.	23,5	Пн	6	15
	07.лип.	21,5	ЗхПнЗх	7	17
	08.лип.	17,2	Пд	2	9

2000	30.лип.	22,4	Пд	4	10
	31.лип.	22,1	ПнПнЗх	7	11
	01.серп.	20,2	Зх	6	15
	02.серп.	16,1	ПнПнЗх	7	14
	03.серп.	12,4	ПнПнЗх	5	13

2001	23.черв.	21,0	Пд	5	10
	24.черв.	19,6	ПнСх	5	16
	25.черв.	19,2	Зх	6	11
	26.черв.	18,3	ЗхПнЗх	4	10
	27.черв.	17,5	Зх	8	15
	28.черв.	16,0	ЗхПнЗх	5	16
	29.черв.	15,4	ПнПнЗх	4	10
	30.черв.	14,3	Пн	4	6

2002	19.лип.	26,8	СхПдСх	7	18
	20.лип.	26,3	Сх	4	11
	21.лип.	25,9	Пн	5	13
	22.лип.	25,3	ПнПнЗх	6	11
	23.лип.	24,6	ПнПнЗх	8	20
	24.лип.	22,9	ПнЗх	9	17
	25.лип.	19,0	Пд	4	9

2003	12.черв.	22,1	ПнЗх	5	16
	13.черв.	19,8	ПдЗх	5	10
	14.черв.	18,9	ПнЗх	5	11
	15.черв.	17,0	ПнПнСх	4	8
	16.черв.	18,0	ЗхПдЗх	5	9
	17.черв.	17,2	Пн	8	14
	18.черв.	13,7	ПдЗх	4	10
	19.черв.	11,6	ПдСх	3	8

2003	05.лип.	23,2	ПнПнСх	4	10
	06.лип.	23,0	ЗхПдЗх	6	14
	07.лип.	21,3	Зх	5	11
	08.лип.	17,0	Зх	8	16
	09.лип.	14,4	ЗхПнЗх	7	13
	10.лип.	14,5	Зх	6	14
	11.лип.	12,5	ПдПдЗх	3	8
	12.лип.	12,3	ПнПнЗх	4	10

2003	02.серп.	24,7	ПнСх	3	9
	03.серп.	24,4	ПнЗх	3	13
	04.серп.	22,9	ПнПнЗх	6	14
	05.серп.	20,0	ПнПнЗх	6	11
	06.серп.	19,8	ПнПнЗх	7	11
	07.серп.	17,7	Пн	4	8
	08.серп.	18,2	ПдЗх	4	7
	09.серп.	18,0	Пн	4	9
	10.серп.	19,6	Пд	3	11
	11.серп.	19,4	ПнЗх	6	13
	12.серп.	16,8	ЗхПнЗх	9	17
	13.серп.	13,4	Зх	5	13
	14.серп.	13,0	ПдПдЗх	2	6
	15.серп.	12,2	ПдПдЗх	3	7

2005	18.черв.	19,7	ЗхПнЗх	5	23
	19.черв.	17,2	ЗхПнЗх	9	17
	20.черв.	12,2	Зх	6	14
	21.черв.	11,1	ПнЗх	5	14
	22.черв.	9,4	ПнЗх	6	14
	23.черв.	9,0	СхПнСх	3	8

2005	06.серп.	26,7	ПнПнСх	4	9
	07.серп.	26,6	Зх	5	11
	08.серп.	25,0	ЗхПдЗх	5	14
	09.серп.	22,9	ЗхПдЗх	4	12

	10.септ.	20,6	ПдПдСх	3	8
--	----------	------	--------	---	---

2006	08.черв.	19,1	Пн	7	14
	09.черв.	18,5	Пн	5	10
	10.черв.	17,1	Пн	5	8
	11.черв.	16,9	Пн	3	7
	12.черв.	16,6	ПнПнЗх	5	9
	13.черв.	14,1	ПнЗх	5	11
	14.черв.	11,3	ПнПнЗх	5	9
	15.черв.	11,3	Пд	4	10

2006	13.лип.	22,6	Пн	7	14
	14.лип.	22,0	Пн	7	16
	15.лип.	21,6	ПнЗх	6	22
	16.лип.	19,0	ПдЗх	6	16
	17.лип.	13,9	ШТ	3	11
	18.лип.	12,9	Пн	5	11

2006	21.септ.	24,6	ПнЗх	6	13
	22.септ.	23,6	Пн	5	11
	23.септ.	22,7	Пд	3	9
	24.септ.	22,5	Зх	3	9
	25.септ.	22,4	ПдПдСх	3	8
	26.септ.	23,3	ПдСх	3	8
	27.септ.	23,4	Зх	3	13
	28.септ.	22,7	Пн	3	11
	29.септ.	21,5	ПнЗх	7	16
	30.септ.	20,8	Зх	6	14
	31.септ.	18,9	ПнЗх	7	15

2007	17.черв.	22,6	ПнЗх	5	14
	18.черв.	21,9	ПнПнЗх	7	14
	19.черв.	19,4	ПнЗх	3	14
	20.черв.	19,7	ПнПнЗх	8	17
	21.черв.	17,4	Пн	6	12
	22.черв.	14,9	Пд	6	14

2007	25.лип.	24,5	ПнПнЗх	5	15
	26.лип.	23,8	Пн	7	14
	27.лип.	23,1	ПдЗх	4	9
	28.лип.	23,2	ПдПдЗх	4	11
	29.лип.	22,7	ПдПдЗх	4	10
	30.лип.	22,8	ШТ	2	9
	31.лип.	23,6	ПнПнЗх	9	18
	01.септ.	21,5	Пн	10	16
	02.септ.	17,0	ПнПнЗх	8	14



	03.серп.	16,6	Пд	3	10
--	----------	------	----	---	----

2009	19.лип.		Пн	2	5
	20.лип.		ПнПнЗх	10	17
	21.лип.		ПнПнСх	3	12
	22.лип.		ПдПдЗх	3	10
	23.лип.		ПдПдЗх	3	11
	24.лип.		ЗхПдЗх	4	9
	25.лип.		Пн	5	11
	26.лип.		ПнЗх	8	15
	27.лип.		ПнЗх	5	11
	28.лип.		ПнПнСх	2	5
	29.лип.		Зх	2	8

2010	13.черв.	25,5	Пд	3	8
	14.черв.	25,1	ПдЗх	4	8
	15.черв.	25,6	ПнПнЗх	4	11
	16.черв.	22,0	ПнПнЗх	4	11
	17.черв.	19,6	ПнСх	6	14

2011	19.черв.	19,1	ПдПдЗх	3	10
	20.черв.	18,6	ПнЗх	6	17
	21.черв.	17,0	ПнЗх	5	11
	22.черв.	15,4	ПнПнЗх	3	10
	23.черв.	15,4	ПдПдЗх	2	5
	24.черв.	18,1	ПдЗх	2	10
	25.черв.	19,7	ПнЗх	3	11
	26.черв.	17,4	ПнПнЗх	11	21
	27.черв.	14,1	Пн	13	22
	28.черв.	11,8	ПнЗх	5	14
	29.черв.	11,4	ПдСх	2	6

2011	10.серп.	22,3	Пн	5	16
	11.серп.	21,1	Пн	11	17
	12.серп.	15,9	ПнПнЗх	11	17
	13.серп.	16	ПнПнЗх	5	12
	14.серп.	16	ПнСх	3	11
	15.серп.	17,2	ПдЗх	2	5
	16.серп.	20	ПнЗх	2	13
	17.серп.	19,6	ПнЗх	7	15
	18.серп.	17,9	ПнПнЗх	7	15
	19.серп.	15,6	Пн	3	11
	20.серп.	14,8	ПдЗх	2	8

2012	21.черв.	24,2	СхПнСх	3	7
	22.черв.	24,2	ПдСх	2	6
	23.черв.	24,5	Зх	3	9
	24.черв.	23,7	ПнПнСх	4	10
	25.черв.	23,3	ПнПнСх	2	8
	26.черв.	23,1	Пн	4	14
	27.черв.	20,3	Пн	5	11
	28.черв.	15,5	ПдЗх	3	10

2013	12.лип.	22,3	ЗхПдЗх	2	7
	13.лип.	22,2	Пн	2	12
	14.лип.	21,6	ПнПнСх	3	11
	15.лип.	20,3	ПнПнЗх	5	13
	16.лип.	17,5	ПнПнСх	5	9
	17.лип.	16,5	Пн	5	10
	18.лип.	16,0	Пн	4	8
	19.лип.	16,8	СхПнСх	3	7
	20.лип.	17,4	ШТ	1	16
	21.лип.	16,9	Пн	5	11
	22.лип.	15,6	ПнПнЗх	5	14
	23.лип.	14,2	ПнЗх	4	14

2013	01.серп.	20,0	ПнПнСх	3	11
	02.серп.	19,7	ПнПнЗх	5	11
	03.серп.	18,6	ПнЗх	6	13
	04.серп.	17,7	ПнПнСх	5	11
	05.серп.	14,6	ПнПнСх	5	11
	06.серп.	14,4	ПнПнСх	2	11

2014	09.лип.	22,0	Пн	6	12
	10.лип.	21,2	ПдЗх	4	10
	11.лип.	20,7	ПнПнЗх	9	17
	12.лип.	15,8	ПнЗх	6	13
	13.лип.	15,3	ПнЗх	5	13
	14.лип.	15,5	Пн	4	10
	15.лип.	14,9	Пн	4	10

2015	17.черв.	21,4	ПнПнЗх	8	16
	18.черв.	18,1	Пн	8	14
	19.черв.	15,9	ПнПнСх	4	11
	20.черв.	17,2	ПнПнЗх	3	11
	21.черв.	17,9	Пн	3	8
	22.черв.	18,2	ПнПнЗх	4	11
	23.черв.	18,1	ПнПнЗх	3	7
	24.черв.	19,4	Пн	2	7
	25.черв.	19,7	Сх	5	10
	26.черв.	19,8	ПнПнЗх	7	17
	27.черв.	18,2	ПнПнЗх	9	18
	28.черв.	15,2	Пн	7	16
	29.черв.	14,0	ПнЗх	8	16
30.черв.	13,3	ПнПнЗх	5	13	

2016	17.лип.	26,6	ЗхПдЗх	2	6
	18.лип.	25,9	ЗхПнЗх	6	14
	19.лип.	22,4	ПнПнЗх	9	16
	20.лип.	17,3	ПнЗх	5	12
	21.лип.	15,0	ЗхПдЗх	3	10
	22.лип.	15,5	Зх	6	13

2016	02.серп.	26,6	Сх	2	6
	03.серп.	25,2	ПнПнСх	5	11
	04.серп.	24,2	ПнПнЗх	5	9
	05.серп.	24,4	ПнПнСх	3	9
	06.серп.	24,8	ПнПнЗх	3	13
	07.серп.	25,0	ПнПнЗх	8	14
	08.серп.	22,7	Пн	8	17
	09.серп.	21,4	ПнПнСх	3	8
	10.серп.	22,4	ПнПнЗх	3	7
	11.серп.	22,9	ЗхПнЗх	2	6
	12.серп.	21,3	ПнЗх	9	16
	13.серп.	18,2	ПнПнЗх	9	16
	14.серп.	15,1	ЗхПнЗх	5	14

