

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний
інститут
Кафедра океанології та
морського природокористування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

Виконав студент 2 курсу групи МЗО-18
спеціальність 103 «Науки про Землю»
Єржов Євген Дмитрович

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

Консультант _____

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
_____ “__” _____ 20__ року

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

Єржов Євген Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мінливість температури води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “__” 2019 року №

2. Строк подання студентом роботи ..2019

3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела з мінливості температури води в Азовському морі. Дані стандартних гідрометеорологічних спостережень на станції Маріуполь.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз за літературними джерелами та даними спостережень на станції Маріуполь змін температури води за період 1985-2016 рр. Виявлення тенденцій в змінах температури води різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 2019 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент _____ Єршов Є.Д. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

На магістерську роботу по темі «Мінливість температури води в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь» магістра групи МЗО-18 Ержова Євгена Дмитровича

Актуальність обраної теми

Температурний режим моря разом з сольовим визначає стан екосистеми моря і його біопродуктивність. Знання характеристик мінливості температури морської води різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної, представляє інтерес для морської господарської діяльності. Кліматичні зміни, які відбуваються в Азовському морі в останні десятиліття, відображаються на змінах температурного режиму, що обумовлює актуальність обраної теми магістерської роботи.

Мета роботи

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

Об'єкт дослідження

Режим температури води за даними спостережень на станції Маріуполь.

Предмет дослідження

Характеристики мінливості температури води на станції Маріуполь різного часового масштабу.

Методи дослідження

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

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення

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

Рекомендації щодо використання результатів роботи за значенням галузі застосування

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

Структура, обсяг роботи

Робота складається з 44 сторінок, вступу, чотирьох розділів, висновку, 21 рисунка, 2 таблиць, 39 літературних джерел.

Ключові слова

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

SUMMARY

Master's thesis on "Variability of water temperature in the Sea of Azov according to observations at the station Mariupol" Master of the group MZO-18
Erzhov Eugene Dmitrovich

Topicality of the chosen topic

The temperature of the sea together with the salt determines the state of the ecosystem of the sea and its bioproductivity. Knowledge of the characteristics of the variability of seawater temperature at different time scales - multi-annual, seasonal and synoptic, is of interest for marine economic activity. Climatic changes that have taken place in the Azov Sea in recent decades are reflected in changes in temperature, which determines the relevance of the chosen topic of the master's thesis.

The goal of the work

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

Object of study

Water temperature regime according to observations at Mariupol station.

Subject of study

Characteristics of water temperature variability at Mariupol station of different time scale.

Research methods

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

Results, their novelty, theoretical and practical significance

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

Recommendations for using the results of work by the value of the scope

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

Structure, scope of work

The work consists of pages 44, introduction, four chapters, output, 21 figures, 2 tables, 39 literature.

Keywords

THE SEA OF AZOV, MARIUPOL, WATER TEMPERATURE, INTERANNUAL, SEASON, SYNOPTIC VARIABILITY.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| <u>ВСТУП</u> | 9 |
| <u>1. КОРОТКИЙ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС АЗОВСЬКОГО МОРЯ</u> ... | 10 |
| <u>2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З МІНЛИВОСТІ СОЛОНОСТІ ВОДИ АЗОВСЬКОГО МОРЯ</u> | 14 |
| <u>2.1 Температура води</u> | 14 |
| <u>2.2 Горизонтальний розподіл</u> | 16 |
| <u>2.3 Тимчасова мінливість</u> | 20 |
| <u>2.4 Тенденції багаторічних змін</u> | 22 |
| <u>3. МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ</u> | 23 |
| <u>4. МІНЛИВІСТЬ СОЛОНОСТІ ВОДИ НА СТАНЦІЇ МІРІУПОЛЬ</u> | 24 |
| <u>4.1 Між річна мінливість температури води за окремі місяці</u> | 24 |
| <u>4.2 Між річні коливання середніх річних значень температури води</u> . | 30 |
| <u>4.3 Сезонний хід температури води</u> | 32 |
| <u>4.4 Синоптична мінливість температури води</u> | 33 |
| <u>ВИСНОВКИ</u> | 38 |
| <u>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</u> | 39 |
| <u>ДОДАТОК</u> | 42 |

ВСТУП

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

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

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

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

1 КОРОТКИЙ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС АЗОВСЬКОГО МОРЯ

Азовське море відноситься до системи Середземного моря Атлантичного океану, в південній частині з'єднується з Чорним морем через неглибоку Керченську протоку.

Географічна межа Азовського моря розташовується між крайніми точками: 47 ° 17' пн.ш. і 39 ° 49' східної довготи на північному сході на вершині Таганрозької протоки, 39 ° 18' східної довготи на заході (Арабатська затока) і на півдні Керченської протоки (45 ° 17' пн.ш.) між мисами Такіль і Панагія. Площа поверхні моря без затоки Сиваш і лиманів східного узбережжя за різними оцінками становить 37802-39000 км², об'єм води 290 км³ при середньо-багаторічному рівні [1, 2-4]. Середня глибина моря 7м, область найбільших глибин знаходиться в центрі моря (максимальна глибина 14,4 м). Найбільша довжина Азовського моря по лінії коса Арабатська стрілка - дельта Дону складає 380 км, найбільша ширина по меридіану між вершинами Темрюкського і Білосарайської заток - 200 км [1].

Північно-східна частина моря являє собою великий естуарій річки Дон -мілководна і сильно розпріснена Таганрозька затока, на захід від якого північне узбережжя моря поділяється піщано-черепашковими косами на мережу заток, найчисельнішими з них є Бердянський і Обіточна. У західній частині моря піщано-черепашковий пересип Арабатська стрілка відокремлює море від мілководної осолоненої затоки Сиваш. Водобмін між власне морем і затокою Сиваш здійснюється в обмеженому обсязі через вузьку ополонку в Стрілці - протоку Тонкий. Південно-західна частина моря являє собою великі затоки Арабатська і Казантипська, розділені мисом Казантип, а на південному сході розташований естуарій річки Кубань - Темрюкську затоку.

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

Загальна протяжність берегової лінії Азовського моря становить 2686 км [5]. Для узбережжя Азовського моря характерне чергування корінних

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

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

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

В Азовське море впадають дві великі річки Дон і Кубань, які постачають в море 95% сумарного стоку, і 20 малих річок, в основному, в північній частині моря (Берда, Кальміус, Міус, Ея, Обіточна, Молочна і ін.). Середній стік Дону в рік становить 24,4 км³, Кубані - 11,6 км³, малих річок північного Приазов'я - 2,1 км³.

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

Загальна площа водозбірного басейну Дона становить 422 тис. км³, Кубані - 58-59 тис. км³ [6]. При впадінні в море Дон і Кубань утворюють великі багаторукавності дельти площею 540 км² і 4300 км² відповідно [4]. У приморській частині дельти річки Кубань по берегах основних рукавів, що впадають в Азовське море (рукав Петрушина і Протока), розташовані 240

лиманів загальною площею 1250 км². Морський кордон гирлової області розташована на відстані 3-4 км від морського краю дельти. Загальна площа гирлового узмор'я - 110 км².

Протяжність гирлової області Дону складає приблизно 300 км, з яких 140 км припадає на Таганрозьку затоку. Середня ширина Таганрозької затоки становить 37 км, ширина в самій вузької і широкої частин відповідно 37 і 52 км, середня глибина затоки близько 5 м, площа 5240 км², об'єм вод 24,6 км³. Протяжність морської дельти близько 55 км. Водобмін Таганрозької затоки і власне Азовського моря здійснюється через Довжанську протоку, розташовану між косами Довгою і Білосарайської. Довжанську протоку відносить до поперечних, двовимірним протоком, її ширина становить 30 км при середній глибині - 6,6 м, а площа поперечного перерізу - 191800 м² [7].

Водобмін з затокою Сиваш здійснюється через протоку Тонкий, але грає незначну роль у водному балансі Азовського моря [2, 4]. В середньому за багаторічний період 1923-2000 рр. відтік вод з Сиваша в Азовське море склав 0,4 км³, зворотний потік з Азовського моря в затоку Сиваш склав 1,4 км³. Протока Тонкий має вигляд вузької річкової дельти з вершиною, зверненої до Азовського моря, довжина протоки 4 км, середня ширина 100 м, максимальна глибин 4,7-5 м, площа перетину на гідростворпри середньо-багаторічній величині рівня в Генічеську становить 259-265 м²; при зміні рівня на 10см площа перетину змінюється на 6,5-7м² [8].

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

Тепловий баланс Азовського моря в середньому за рік більше нуля в центральній частині моря і менше нуля - в мілководній прибережній частині моря і в Таганрозькій Затоці. Період позитивного теплового балансу для Таганрозької затоки складає близько 3 місяців, збільшуючись до центру моря до 5-5,5 міс. Середньорічна температура повітря над Азовським морем зростає від 9,3-9,5 ° С на півночі-сході моря до 11,3 ° С - на півдні моря. З огляду на незначну теплоємність моря і його внутрішньоконтинентальне

положення, вплив термічних умов Азовського моря на клімат навколишньої території незначний. Різниця процесів нагрівання та охолодження його вод помітно позначається тільки в перехідні сезони (квітень-травень, жовтень-листопад).

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

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

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

Більш повна інформація по 2007 рік була отримана за посиланням[9].

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З МІНЛИВОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ В АЗОВСЬКОМУ МОРІ

2.1 Температура води

Знання про термохалинну структуру вод Азовського моря представляють особливу важливість в наслідок визначального впливу температури і солоності води на стан екосистеми моря і його біопродуктивність. Виконані раніше узагальнювальні дослідження температурного і халинного режиму вод моря [10, 11] і його впливи на формування біопродуктивності [12] ґрунтовані на матеріалах спостережень переважно до 1970-х років. За подальші роки істотно збільшився масив океанографічної інформації, а також сталися важливі кліматичні зміни, що викликали істотну перебудову термохалинної структури вод моря, зокрема - осолонювання, а потім распреснение вод [13]. Антропогенна дія, що привела до кризи екосистеми моря [14], нині збільшується внаслідок активізації газодобування на шельфі, гідротехнічного і рекреаційного будівництва. Усе вище перелічене робить актуальним завдання отримання нових кліматичних полів температури і солоності, а також дослідження мінливості гідрологічної структури моря, відповідної кліматичних умов і рівня антропогенного навантаження в даний час [15].

Перша монографія, що включає розділ про терміки моря [16], і роботи [17, 18, 19] засновані на даних переважно прибережних спостережень або попутних суднових спостережень [20] довоєнного періоду (1916-1938 рр.) За короткий інтервал часу, тому місячні карти розподілу температури води поверхневого шару мали орієнтовний характер.

Найбільш повно термічний режим Азовського моря для прибережної зони і відкритих частин моря розглянуто в фундаментальному довідковому посібнику [21]. Відзначено вплив стоку річок на термічний режим Таганрозького і Темрюкського заток. Для прибережної зони наведено великий матеріал довідкової режимної інформації (сезонний хід, середні, максимальні і мінімальні значення температури води по пунктах спостережень). Докладно висвітлено режим відкритої частини моря, представлені місячні карти розподілу температури води на поверхні і придонному шарі. При побудові карт використовувався графічний метод, який полягав в побудові кривих річного ходу температури води для

поверхневого і придонного шарів кожного з 48 квадратів географічної сітки моря. Середні значення температури води для центру кожного квадрата знімалися з кривою річного ходу на 15 число кожного місяця.

Дані експедиційних спостережень, виконаних до 1976 року, узагальнені в [10]. У методиці побудови карт температури поверхневого і придонного шару збережена спадкоємність з [21]. Відзначено, що термічний режим Азовського моря визначається переважно радіаційним балансом, водообменом з Чорним морем, материковим стоком, циркуляційними течіями. Виявлена характерна значна тимчасова і просторова мінливість температури води пояснювалася мілководністю моря [10]. Величини багаторічних тенденцій температури води для берегових станцій Азовського моря за 1953-1972 рр., рівні $+0,4$ °С, наведені в роботі [22]. Періоди в багаторічних коливаннях температури води склали 3-5 років для Таганрога [23] і 13 років для Бердянська [24].

У монографії [25] розглядається сезонне вертикальний розподіл температури води і стійкість вод, досліджені багаторічні лінійні тренди за даними від початку спостережень до 2000 року включно, а також циклічність в змінах температури води в прибережній зоні. Виявлено цикли потепління і похолодання тривалістю 2-4, 5-7, 1 і 15 років; відзначено, що багаторічні позитивні тренди температури води виражені тільки в весняний сезон.

Питання методики вимірювань, репрезентативність і дискретність спостережень, оптимальне розміщення станцій, помилки інтерполяції розглянуті в роботах [26, 27, 28].

Перші дослідження теплового балансу і мінливості його складових були виконані ще в 40-50 роках ХХ століття [29, 30]. Було показано, що теплові процеси на Азовському морі визначаються переважно географічними і кліматичними умовами, а також батиметрією моря. Виділена особливість теплового балансу моря - вплив льодового покриву в зимовий і весняний сезони, а також відзначено вплив адвективних перенесення тепла з чорного моря в зимовий сезон через Керченську протоку.

Останні узагальнення радіаційного та теплового балансу зроблені в [11, 31] і представлені у вигляді карт просторового розподілу і річного ходу теплового і радіаційного балансів моря. В [31] розглянуто радіаційний і зовнішній тепловий баланс для 33 квадратів моря. В [11] розрахунок повного теплового балансу за методом ГГИ проведений для 45 квадратів моря при обліку основних малих компонент рівняння теплового балансу (стоку річок,

теплообміну з Чорним морем і затокою Сиваш). Відзначено значний вплив випаровування на тепловий баланс моря.

2.2 Горизонтальний розподіл

Основними факторами, що визначають сезонну і просторову мінливість температурного режиму Азовського моря, є: атмосферні термічні умови, мелководність моря, циркуляція вод, теплове вплив стоку річок Дону і Кубані, водообмін з Чорним морем і затокою Сиваш [10]. Внаслідок мелководності моря і невеликого теплозапасів його вод, горизонтальний розподіл температури води характеризується значною сезонною мінливістю.

Аналіз кривих внутрішнього ходу температури води за даними спостережень на прибережних пунктах (рис. 1) свідчить про односпрямованість термічних процесів у всіх районах моря.

Коефіцієнти кореляції (r) Для середньорічних значень температури води між береговими пунктами досить високі і становлять 0,85-0,97 при мінімальних значеннях 0,85-0,86 між Таганрогом і гідрометеостанція на південному заході моря, і максимальних значеннях 0,91 -0,95 між Бердянському і іншими пунктами узбережжя. Коефіцієнти кореляції між середньомісячними значеннями температури води на МГС узбережжя моря знаходяться в інтервалі 0,50-0,98. Мінімальні значення r (0,500,63) відзначаються в квітні, червні, січні між крайньою північно-східній станцією (Таганрог) і станціями південного узбережжя моря (Небезпечне, Мисове, Темрюк).

На пунктах спостережень, розташованих в південних районах Азовського моря (Небезпечне, Мисове, Темрюк), внаслідок впливу адвекції чорноморських вод в осінній і зимовий гідрологічні сезони, середньомісячна температура води більше, ніж в інших районах моря. У весняний сезон вода чорноморського походження в предпроливном районі надає охолоджуючий ефект.

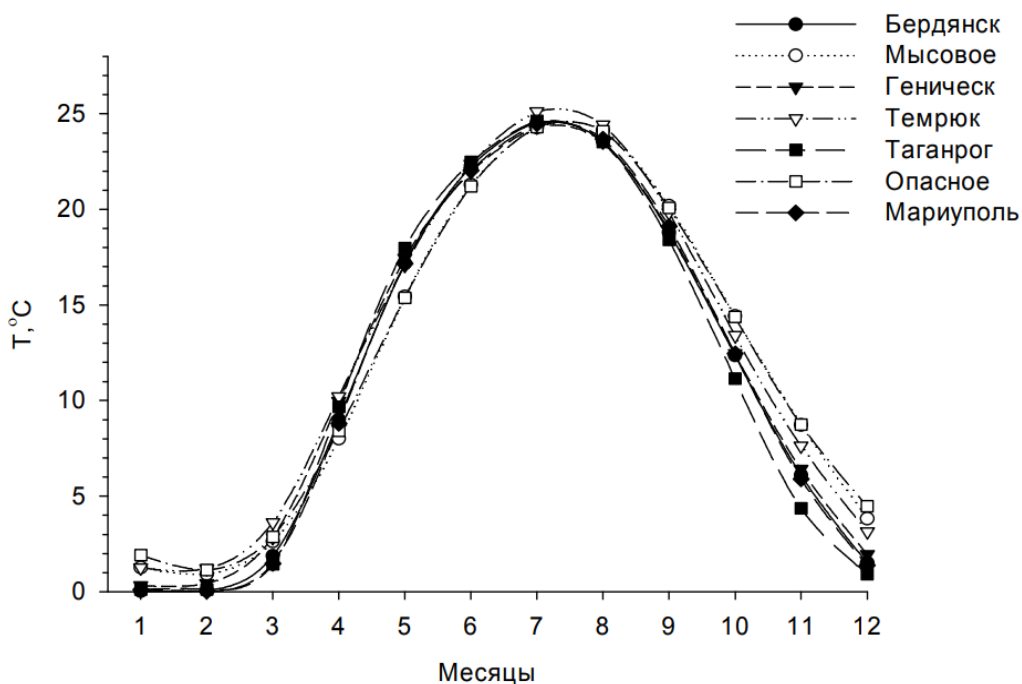


Рис. 1 Сердньобагаторічні (1923-2007 рр.) внутрішньогодовий хід температури води в Азовському морі за даними спостережень на берегових пунктах[32]

У зимовий гідрологічний сезон (грудень-березень), коли відбувається максимальне охолодження, просторовий розподіл температури води Азовського моря однорідно [10]. Середні значення температури води в січні-лютому змінюються від $-0,1$ до $+0,3$ °С на півночі моря і в Таганрозькій затоці, і до величин $0,9-1,9$ °С - в південній частині моря. Негативні значення температури від $-0,8$ до $-1,0$ °С відзначаються в будь-який з місяців зимового сезону (найнижчі значення спостережено в Генічеську $-2,4$ °С). У березні температура води підвищується, і її розподіл визначається зональним характером сонячної радіації, а також розподілом льоду на акваторії моря. В останні роки (1977-2007 рр.) Глобальні кліматичні зміни в Азовському басейні проявляються в переважанні м'яких зим з незначною Льодовитого моря, тому Для березня 1977-2007 рр. в порівнянні з попереднім періодом (1900-1976 рр.) характерне підвищення температури відкритих районів моря на $3-3,5$ °С.

Навесні (квітень-травень) відбувається інтенсивний прогрів моря. Особливістю розподілу температури води в цей сезон є меридіональний розподіл ізотерм, а також наявність значних горизонтальних градієнтів. У квітні мілководна Таганрозька затока прогривається швидше за інших районів моря - середньомісячна температура води в затоці змінюється від $9,3$ до $10,6$ °С. При теплих (Т - 1968 1989, 1994 рр.) І аномально теплих (АТ - 1975 г.) атмосферних термічних умовах температура води в затоці трохи вище кліматичних значень: $10,5 - 13,5$ °С.

В окремі роки з середньомісячною температурою повітря, що задовольняє критеріям холодних (X) і аномально холодних (AX) умов, температура води в поверхневому шарі Таганрозької затоки в квітні не перевищує 7,6-9,0 ° С. У південно-західній, західній частинах Азовського моря розташована область зі зниженою температурою води (4,5-9 ° С), обумовлена тим, що тут відбувається танення льоду, що перерозподіляється в кінці зими в цей район в результаті вітрового дрейфу. На решті акваторії моря величини температури води в поверхневому шарі знаходяться в інтервалі 9,5-10,0 ° С. У квітні найбільша різниця температури води (2,0-3,0 ° С) спостерігається між західною частиною моря і східною частиною Таганрозької затоки. Розподіл температури води в придонному шарі аналогічно розподілу на поверхні, але значення температури води у дна в квітні на 0,5-1,0С менше, ніж на поверхні.

У травні найбільші температурні контрасти спостерігаються між більш теплими водами Таганрозької затоки і прохолодними водами прикерченського району. Для придонного шару різниця в температурі води між цими районами становить 5-7 ° С, для поверхневого шару вона трохи менше: від 2,0 до 4,0 ° С. Середній багаторічний температура води в поверхневому шарі в травні становить для Таганрозької затоки 17,1 - 18,1 ° С. Найбільш холодна вода розташована в самому глибоководному центральному районі моря і поблизу Керченської протоки, з температурою в поверхневому і придонному шарах, відповідно, 13,5 - 15,5 ° С і 11 - 14,5 ° С.

У червні триває прогрів і горизонтальні відмінності тем. ператури води зменшуються. У поверхневому шарі Азовського моря вони не перевищують 2,0 ° С. Розподіл температури в цьому місяці не відповідає розподілу одержуваної морем сумарної радіації - найбільш прохолодна вода спостерігається в південній і центральній частинах моря. Мілководна і прісноводний Таганрозька затока прогривається швидше, температура його води на 0,5-2 ° С вище, ніж в прикерченском районі і Темрюкському затоці, де на термічний режим впливає динамічний фактор - адвекція більш прохолодною чорноморської води. Надходження холодних чорноморських вод особливо добре проглядається в Хі Ах роки, наприклад - в червні 1952, 1955 рр. Розташування ізотерм в придонному шарі на початку літнього сезону аналогічно травневого і він ределяється, в основному, батиметрія моря. Найбільш холодна вода (19,0-19,5 ° С) знаходиться в найглибшій центральній улоговині моря, а також поблизу Керченської протоки.

Поле температури води в липні відрізняється слабкою контрастністю. Середньомісячні її значення в поверхневому шарі по всій акваторії моря знаходяться в інтервалі 23.3-24,5 ° С. При Ті АТ атмосферних термічних умовах температура води в морі на 1,0-2,0 ° С вище, а при X і AX умовах приблизно на таку ж величину нижче. У районі, розташованому поруч з Керченській протокою, температура води в липні приблизно на 0,5-1,0 ° С нижче, ніж в інших районах Азовського моря. В окремі роки з AX умовами

(1996 г.) розташування ізотерм в придонному шарі в липні аналогічно червневого.

У серпні різниця в температурі води між щодо прохолодними водами Таганрозької затоки і теплою водою в прикерченський районі моря, як правило, не перевищує $0,5-1,5$ ° С. Температура води в серпні на відкритій акваторії Азовського моря тепліше ніж в липні на $0,6-0,9$ ° С, а в Таганрозькій затоці температура води приблизно на таку ж величину прохолодніше. В останні роки (1986, 1992, 2001., 2005, 2007) температура води в серпні істотно вище багаторічних кліматичних значень і всю акваторію моря займають сильно прогріті води з температурою $27-28,5$ ° С. Максимуми температури води спостерігалися в серпні в південній частині Таганрозької затоки (31 ° С) і поблизу Генічеська ($30,3$ ° С).

У вересні середньомісячна температура води на більшій частині моря становить $19-20,6$ ° С. Розподіл температури у дна в цьому місяці приблизно відповідає розподілу в поверхневому шарі. Область найбільш теплої води розташована на півдні моря, де температура поверхневого шару води - $20,2-20,4$ ° С і придонного - $20-20,2$ ° С. У мілководних північних затоках моря (Таганрозькій затоці, Утлюкському лимані) вода охолоджується швидше, температура води в цих районах у вересні становить $18-19$ ° С. При аномальних атмосферних термічних умовах температура води в морі на $1-1,5$ ° С може відрізнитися від кліматичних значень, але розташування ізотерм зберігається. Слід виділити АХ атмосферні умови 1959 р коли температура води в поверхневому шарі Азовського моря не перевищувала $17-17,5$ ° С.

У жовтні на формування поля температури визначальне Вплив надає радіаційний фактор, також істотно вплив водообміну з Чорним морем, яке проявляється в переважанні припливу більш теплих чорноморських вод. У листопаді вплив чорноморських вод визначає температурний режим майже всієї центральної частини моря. У північній частині моря вода швидко охолоджується, в Таганрозькій затоці середньомісячна температура води в жовтні-листопаді становить $11,0-12,5$ ° С і $5,0-6,0$ ° С відповідно, причому вона мінімальна у найбільш распресненій східній частині затоки.

У південних районах моря вода істотно тепліше, температура поверхневого шару становить в жовтні $14-15,2$ ° С, а в листопаді $10,5$ ° С. Просторові відмінності в температурі води між центральним районом моря і Таганрозьким затокою в осінній сезон максимальні в жовтні і досягають $3,5-5,0$ ° С. В окремі роки з Т. АТ і АХ атмосферними умовами в жовтні (в меншій мірі - в листопаді) просторове розподіл температури води в осінній сезон може істотно відрізнитися від середніх багаторічних кліматичних полів. Як правило, при АТ і Т умовах (1935, 1955, 1974, 1991 рр.) Температура води в Азовському морі на $2-2,5$ ° С перевищує кліматичні значення, а при АХ умовах температура води в морі холодніше середніх багаторічних значень, приблизно на $4,5$ ° С.

2.3 Тимчасова мінливість

Для температури води в прибережних районах Азовського моря характерні міжрічні зміни з величиною середньоквадратичного відхилення (СКВ) = 1-2,5 ° С. У річному ході максимум міжрічної мінливості припадає на весняні (березень, квітень) і осінні (жовтень листопад) місяці. У зимовий і літній сезони вели чину міжрічної мінливості характеризується зниженими значеннями СКО і не перевищує 1,5 ° С. Аналогічне внутрішньорічний розподіл СКО має і синоптична мінливість температури води біля берегів. Цей вид мінливості викликаний переважно атмосферними впливами синоптичного масштабу, циркуляцією вод, сгонно-наганянь явищами.

За величиною синоптична мінливість в більшості районів моря, як правило, дещо менше міжрічної, але в мілководних затоках Азовського моря з незначною теплоємністю (Таганрозькій, Темрюкському, Ясенський, Ейськом) вона порівнянна з міжрічної, а в періоди весняної і літньої стратифікації у всіх районах моря на 0,1-0,9 ° С перевершує її.

Мезомасштабна мінливість температури води в Азовському морі визначається, в основному, добовим ходом теплового балансу. У теплу пору року, внаслідок розвитку вертикальної стратифікації, для мезомасштабної мінливості характерні підвищені значення СКО (0,3-1,2 ° С), а в зимовий сезон величина внутрішньодобових величини СКО не перевищує 0,1-0,2 ° С.

У придонному шарі величина СКО мезомасштабної мінливості становить в середньому 0,1-0,4 ° С, зростаючи зі зменшенням глибини і досягаючи максимуму 0,45-1,2 ° С в поверхневому шарі в період весняно-літньої температурної стратифікації. У Темрюкському затоці на величину мезомасштабної мінливості впливають місцеві умови: стік річок і адвекція чорноморських вод з Керченської протоки.

2.4 Тенденції багаторічних змін

Низькочастотна мінливість багаторічних середньомісячних значень температури води Азовського моря, як і інших кліматичних характеристик, формується багаторічними коливаннями характеру атмосферної циркуляції [33] під впливом глобальних сигналів від Тихого і Атлантичного океанів (північноатлантичне коливання, південне коливання, тихоокеанська декадна осциляція) [34]. Багаторічний хід температури води по даним спостережень на берегових станції Маріупіль зображен на рис. 2.4.1.

Позитивні величини кутових коефіцієнтів лінійних трендів ($0,013-0,017$ ° С / рік), значущі на рівні ймовірності 95%, виявлені в середньорічних значеннях температури води за 1945-2007 рр. на всіх берегових пунктах Азовського моря. У Таганрозькій затоці тенденції підвищення температури води трохи менше і зменшуються до гирла Дону. Якщо в Єйську тенденція до потепління ще значима ($0,009$ ° С / рік), то в Таганрозі вона слабо виражена. Значні тенденції потепління поверхневих вод моря характерні і для останніх 30 років (1977-2007). Абсолютні величини тенденцій за цей проміжок часу складають $1,1-1,7$ ° С, що відповідає швидкості потепління $0,034-0,056$ ° С / рік. Максимальні кутові коефіцієнти лінійних трендів за післявоєнний період (1945-2007 рр.) На більшості пунктів узбережжя характерні для березня, липня і серпня.

Найбільш істотне потепління води відбулося в березні, значущі на рівні 95% тренди, величиною $1,9-3,0$ ° С ($0,030-0,050$ ° С / рік), виявлені на всіх пунктах узбережжя моря і Таганрозької затоки, за винятком Бердянська. Потепління в березні однозначно підтверджується також пом'якшенням льодових умов на морі [35], і не суперечить загальним кліматичним тенденціям, пов'язаним зі зміною циркуляційних умов (збільшення повторюваності західних і північних форм атмосферних процесів і підвищенню температури повітря в зимовий сезон) [36].

Слід зазначити потепління поверхневого шару води в літній сезон, переважно в серпні. Найбільші значущі коефіцієнти лінійних трендів ($0,051-0,087$ ° С / рік) виявлено за останні 30 років на всьому узбережжі моря за винятком Темрюкського затоки. Підвищення температури води в серпні в поєднанні зі зменшенням швидкості вітру сприяє дефіциту кисню в придонних шарах, що регулярно спостерігається останнім часом, особливо в південних районах моря [25].

В осінньо-зимовий сезон значущих тенденцій в багаторічних змінах температури води не виявлено, за винятком жовтня. У цьому місяці за останні 30 років на більшості пунктів (Мисове, Генічеськ, Маріуполь, Єйськ) відзначається виражена тенденція до потепління води з абсолютними величинами $1,7-2,1$ °С.

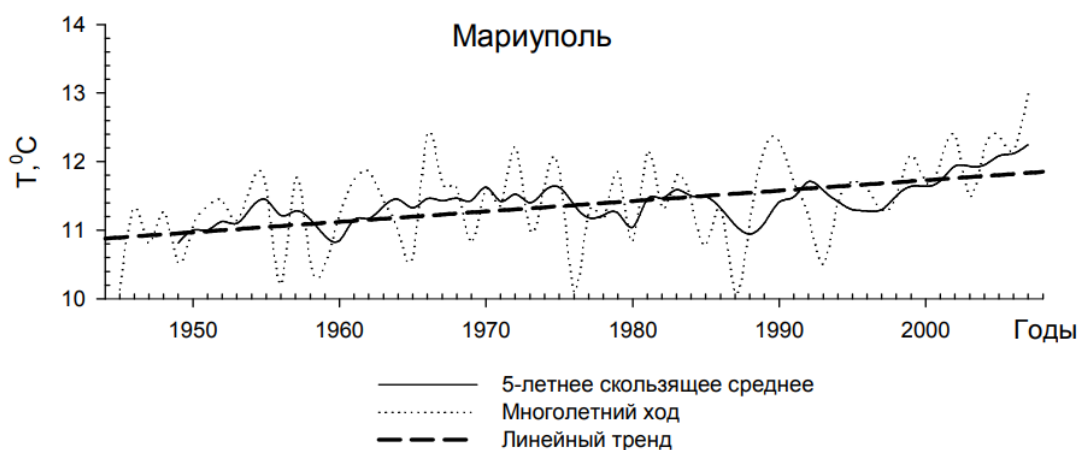


Рис. 2.4.1 Багаторічні зміна температура води ($^{\circ}\text{C}$) по даними спостережень на станції Маріуполь з[32]

3 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ

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

4 МІНЛИВІСТЬ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ НА СТАНЦІЇ МАРІУПОЛЬ

4.1 Між річна мінливість температури води за окремі місяці

Використовуючи середньомісячні вихідні дані було побудовано дванадцять графіків міжрічної мінливості температури води на станції Маріуполь за дванадцять місяців.



Рис. 4.1.1 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у січні.



Рис. 4.1.2 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у лютому.



Рис. 4.1.3 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у березні



Рис. 4.1.4 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у квітні.

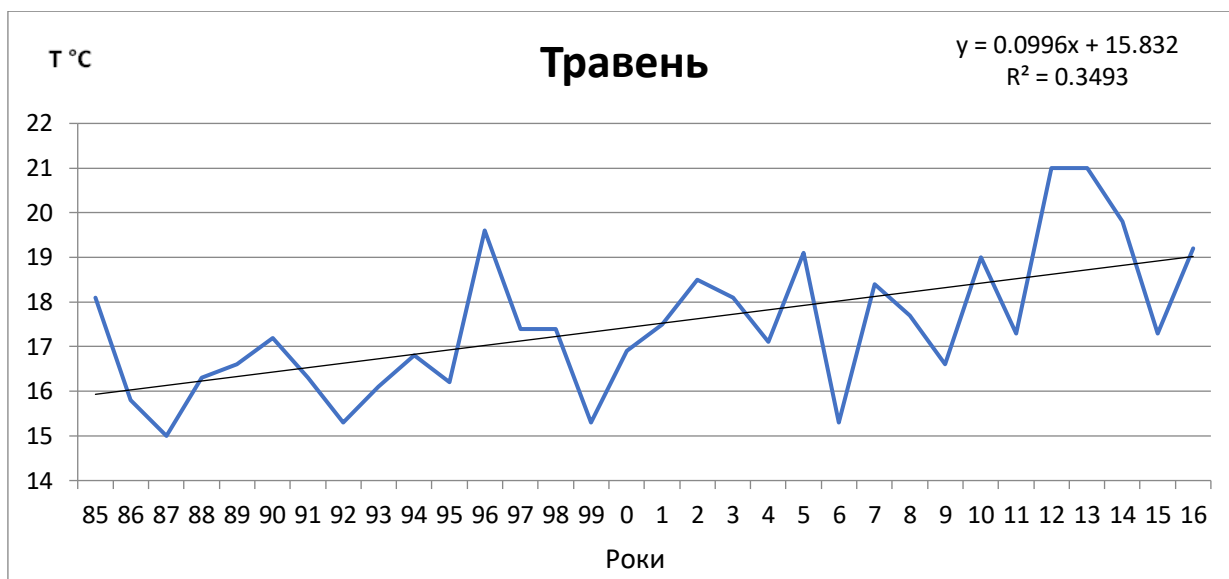


Рис. 4.1.5 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у травні.



Рис. 4.1.6 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у червні.



Рис. 4.1.7 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у липні.

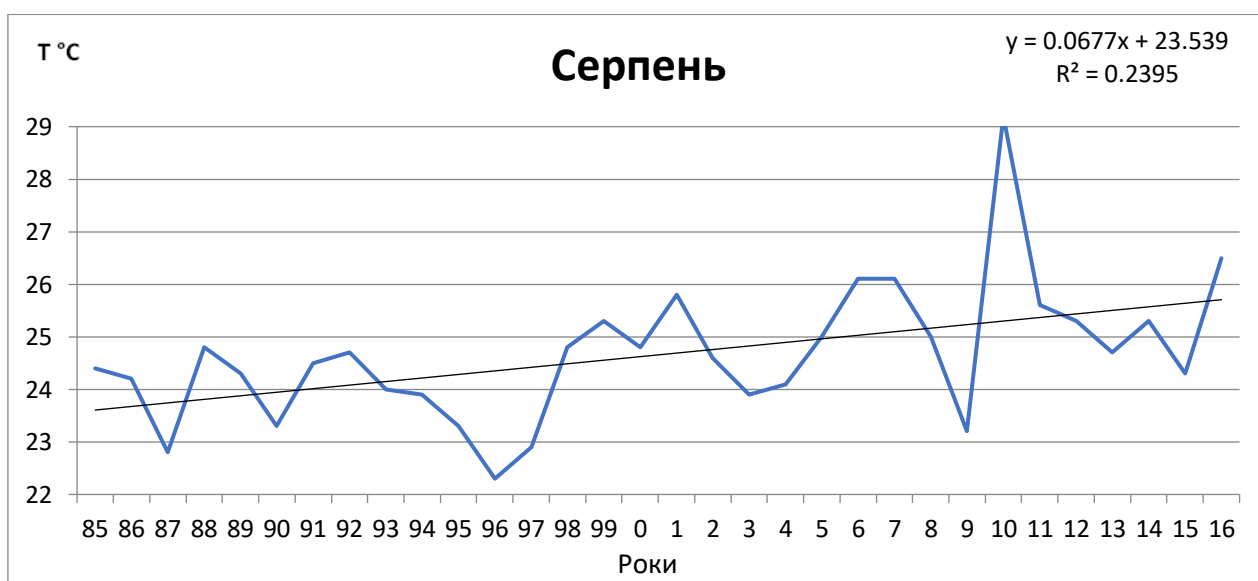


Рис. 4.1.8 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у серпні.

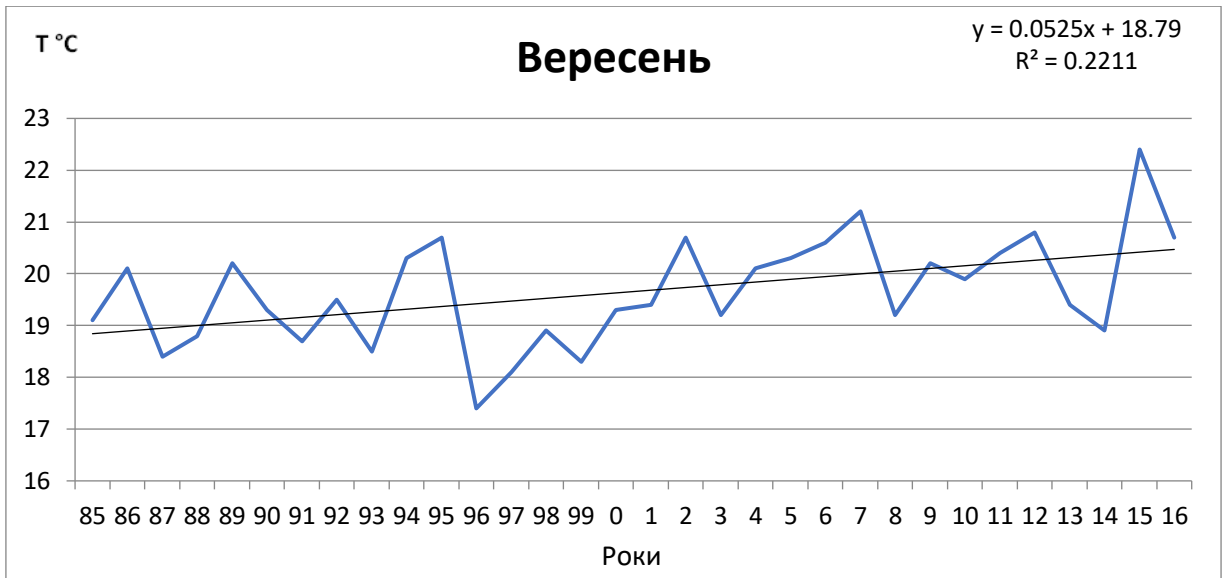


Рис. 4.1.9 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у вересні.

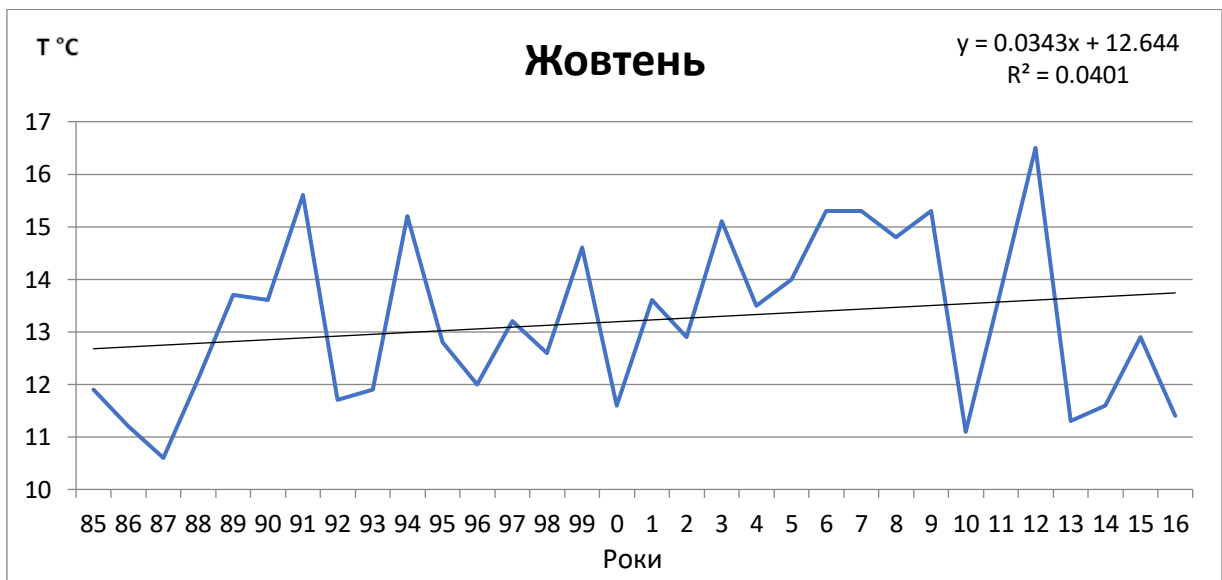


Рис. 4.1.10 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у жовтні.



Рис. 4.1.11 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у листопаді



Рис. 4.1.12 - Міжрічна мінливість температури води на станції Маріуполь у грудні.

Табл. 4.1.1 Кутові коефіцієнти (a) та величини достовірності апроксимації (R^2) лінійних трендів змін температури води на станції Маріуполь для кожного місяця року (чорним кольором відмічено статистично значущі тренди)

| Х-ки\Місяць | | | | | | | | | | 0 | 1 | 2 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| a | ,02 | ,02 | ,07 | ,04 | ,1 | ,08 | ,05 | ,07 | ,05 | ,03 | ,07 | ,06 |
| R^{2*} | ,07 | ,11 | ,13 | ,03 | ,4 | ,29 | ,16 | ,24 | ,22 | ,04 | ,15 | ,15 |

Аналіз між річних коливань температури води за окремі місяці року показав, що найбільш суттєве підвищення температури спостерігається в травні, червні і листопаді з кутовими коефіцієнтами 0.1, 0.08 і 0.07 відповідно. Мінімальне зростання спостерігалось у січні та лютому. Таким чином, ріст температури води на станції Маріуполь за досліджуваний період більшою мірою обумовлено зростанням її в літні місяці.

4.2 Між річні коливання середніх річних значень температури води

На рисунку 4.2.1 представлено між річний хід середніх річних значень a в таблиці середні місячні кутові коефіцієнти температури води за період 1985-2016 роки.

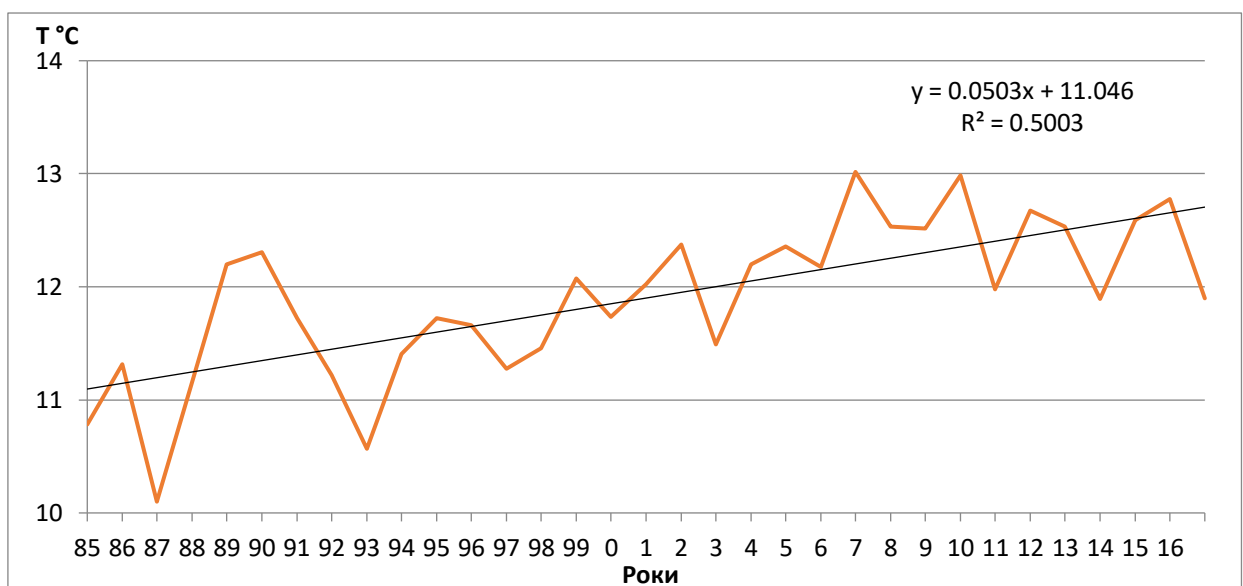


Рис. 4.2.1 - Між річні коливання середніх річних значень температури води на станції Маріуполь

В міжрічних коливаннях середньої річної температури води за досліджуваний період спостерігається позитивний тренд с кутовим коефіцієнтом $0,05 \text{ }^{\circ}\text{C}$ за рік. За середніми річними даними температура води за досліджуваний період зросла на $1,76 \text{ }^{\circ}\text{C}$, а найбільш суттєве зростання спостерігається в травні, червні та листопаді. Зростання температури води зумовлено підвищенням температури повітря, що в свою чергу є результатом глобального потепління.

4.3 Сезонний хід температури води

На рисунку 4.3.1 представлено сезонний хід температури води на станції Маріуполь за досліджуваний період (1985-2016 рр.) і за багаторічними даними з [38].

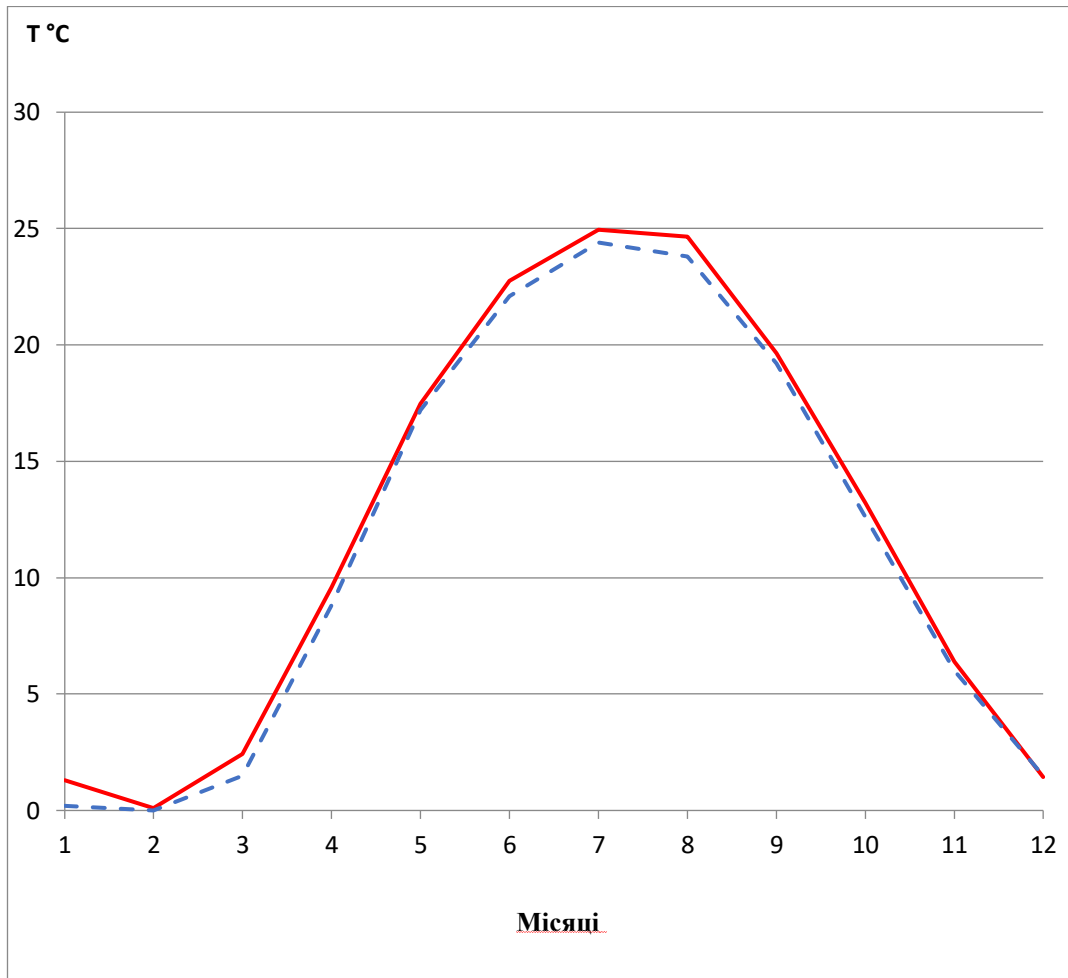


Рис.4.3.1 Середній багаторічний за 1985-2016 рр. (червоним кольором) і за 1924-2007рр.з [38] (синім кольором) хід температури води на станції Маріуполь

Аналіз сезонної мінливості температури води на станції Маріуполь показав, що за період 1985-2016 рр. у всі місяці року температура води вища ніж за період 1924-2007 рр. Мінімальні в сезонному ході температури спостерігаються у січні та лютому, а максимальні – в липні. Амплітуда сезонного ходу становить 25 °С., а за багаторічними даними вона становить 24,8 °С.

4.4 Синоптична мінливість температури води

Синоптична мінливість температури води викликана переважно атмосферним впливом синоптичного масштабу, циркуляцією вод, відгінно-нагіними явищами.

За величиною синоптична мінливість в більшості районів моря, як правило, декілька менша, ніж між річна, але в мілководних затоках Азовського моря з незначним тепловмістом вона порівняна з між річною мінливістю, а в весняно-літні перевершує її на 0.1° - 0.9°C [39]

Для оцінки синоптичної мінливості температури води за даними спостережень на станції Маріуполь використовувались строкові дані про максимальні і мінімальні значення з таблиць ТГМ, за якими розраховувались різниці між ними, які характеризують розмах синоптичних коливань.

Результати розрахунків представлено в табл. 4.4.1.

Таблиця 4.4.1 Розмах синоптичних коливань в градусах Цельсію на станції Маріуполь за період 1985-2016

| Рік\Міс | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 85 | 0,6 | 0,5 | 2,4 | 12,3 | 9,4 | 2,5 | 5,6 | 4,8 | 8,9 | 6,5 | 8,7 | 1,4 |
| 86 | 1,2 | 0,3 | 7,3 | 9,1 | 10 | 4 | 3,6 | 3 | 9,2 | 4,8 | 8,4 | 3,3 |
| 87 | 0,4 | 0,3 | 1,3 | 7,2 | 12,8 | 6 | 4,7 | 5,8 | 5,6 | 14,3 | 2,8 | 3,4 |
| 88 | 1,3 | 0,5 | 7,4 | 7,1 | 11,1 | 5 | 5,4 | 6,5 | 8,1 | 10,8 | 4,4 | 2,4 |
| 89 | 1,4 | 2,2 | 7,6 | 10,1 | 5,3 | 9,4 | 3,6 | 2,7 | 5,6 | 5,7 | 8 | 3,4 |
| 90 | 1,6 | 3 | 6,3 | 6,9 | 5,8 | 5,2 | 3,7 | 4,3 | 4,5 | 8,3 | 2,3 | 8,7 |
| 91 | 2,8 | 0,3 | 5,3 | 9 | 5,7 | 8,7 | 2,9 | 6,1 | 3,9 | 10,5 | 5,1 | 5,2 |
| 92 | 0,9 | 0,7 | 8,7 | 4,7 | 8,1 | 5,8 | 5,1 | 3,4 | 8,4 | 6,3 | 4,7 | 4,4 |
| 93 | 1,4 | 0,8 | 7,7 | 6,6 | 6,2 | 4,5 | 9,1 | 4,5 | 7,3 | 20,7 | 8,4 | 1,6 |
| 94 | 1 | 0,8 | 4,7 | 10,9 | 8,5 | 3 | 4,7 | 7,4 | 5,2 | 13 | 9,1 | 3,9 |
| 95 | 0,5 | 3,1 | 5,4 | 11,3 | 11,4 | 5,9 | 3,2 | 4,3 | 7,2 | 7,4 | 6,8 | 4 |
| 96 | 0,3 | 0,8 | 3,3 | 9,9 | 10,6 | 8,3 | 7,5 | 7,7 | 7,9 | 4,4 | 3,7 | 7 |
| 97 | 0,4 | 0,6 | 4,3 | 10,8 | 10,4 | 9,1 | 3,8 | 5,8 | 8,4 | 7,3 | 3,9 | 4,8 |
| 98 | 0,6 | 0,2 | 1,4 | 13,6 | 10,2 | 4,5 | 4,5 | 6,8 | 6 | 7,6 | 11,2 | 0,6 |
| 99 | 0,4 | 2,4 | 5,5 | 7,2 | 6,2 | 6,2 | 4,5 | 8,2 | 5,2 | 13 | 10 | 1,8 |
| 0 | 0,4 | 0,3 | 5,5 | 12,8 | 7,8 | 5,6 | 6,4 | 7,9 | 8,4 | 6,5 | 10,6 | 2,3 |
| 1 | 4 | 0,2 | 6,9 | 9,9 | 5,4 | 6,1 | 8,6 | 9,3 | 6,6 | 8,7 | 5,1 | 4,5 |
| 2 | 0,3 | 3,2 | 4,7 | 8,8 | 7,2 | 5 | 5,2 | 6,2 | 4,2 | 9,4 | 4,9 | 6,4 |
| 3 | 0,2 | 0,2 | 5,3 | 8,4 | 14,4 | 3,7 | 6,5 | 3,9 | 9,4 | 10,3 | 5,2 | 4,4 |
| 4 | 2,3 | 3,2 | 9,8 | 9,1 | 8,2 | 9,2 | 5,9 | 6,3 | 8,5 | 10,8 | 7,1 | 4,7 |
| 5 | 2,9 | 0,7 | 4 | 12 | 14 | 6,6 | 5 | 6,5 | 6,8 | 7,8 | 5,4 | 6,1 |
| 6 | 1,3 | 0,2 | 6,3 | 7,4 | 9,6 | 7,4 | 4,6 | 5,2 | 6,7 | 7,5 | 6,2 | 6,5 |
| 7 | 4,3 | 3,3 | 8,7 | 6,6 | 14,4 | 4,4 | 5,3 | 4,1 | 7,4 | 8,2 | 8,8 | 3,8 |
| 8 | 0,1 | 1,3 | 19,2 | 8,9 | 11,2 | 7,5 | 4,2 | 4,8 | 9,4 | 6,8 | 6,1 | 6,2 |
| 9 | 0,2 | 2,3 | 6,2 | 7,1 | 12 | 8,1 | 4,5 | 6,7 | 5,8 | 6,3 | 6,2 | 8,4 |
| 10 | 1,1 | 0,6 | 8,2 | 9,2 | 8,3 | 7,4 | 5,3 | 5 | 6,8 | 9 | 2,9 | 6,5 |
| 11 | 2,6 | 0,8 | 5,1 | 9,3 | 10,9 | 6,2 | 7,9 | 6,7 | 6,2 | 9,2 | 8,1 | 2 |
| 12 | 3,2 | 0,3 | 1,2 | 15,8 | 7,3 | 7,8 | 5,3 | 5,7 | 4,2 | 6,9 | 8,7 | 6,7 |
| 13 | 0,3 | 2,6 | 4,5 | 12,6 | 10,8 | 4 | 4,5 | 4,3 | 9,1 | 5,2 | 7,1 | 5,3 |
| 14 | 2,8 | 1 | 8,9 | 9,8 | 11 | 4 | 4,1 | 5 | 8,9 | 10,3 | 6 | 2,4 |
| 15 | 0,5 | 1,2 | 7,9 | 10,2 | 10,7 | 7,1 | 4,5 | 5,5 | 5,3 | 14,9 | 3,3 | 5,3 |
| 16 | 0,6 | 3,7 | 6,7 | 9 | 9 | 9 | 5,3 | 5,7 | 10 | 13,1 | 8,2 | 1,9 |
| Серед. | 1,31 | 1,3 | 6,18 | 9,45 | 9,5 | 6,16 | 5,16 | 5,63 | 7,03 | 9,11 | 6,48 | 4,35 |
| Макс | 4,3 | 3,7 | 19,2 | 15,8 | 14,4 | 9,4 | 9,1 | 9,3 | 10 | 20,7 | 11,2 | 8,7 |
| Мін | 0,1 | 0,2 | 1,2 | 4,7 | 5,3 | 2,5 | 2,9 | 2,7 | 3,9 | 4,4 | 2,3 | 0,6 |
| СКВ | 1,16 | 1,14 | 3,22 | 2,34 | 2,55 | 1,91 | 1,45 | 1,52 | 1,73 | 3,42 | 2,35 | 2,1 |

Найбільші середні значення розмаху синоптичної мінливості спостерігаються в квітні, травні та жовтні і дорівнюють 9.45°C , 9.5°C та 9.11°C відповідно, а СКВ в ці місяці дорівнюють 2.34°C , 2.55°C та 3.42°C відповідно.

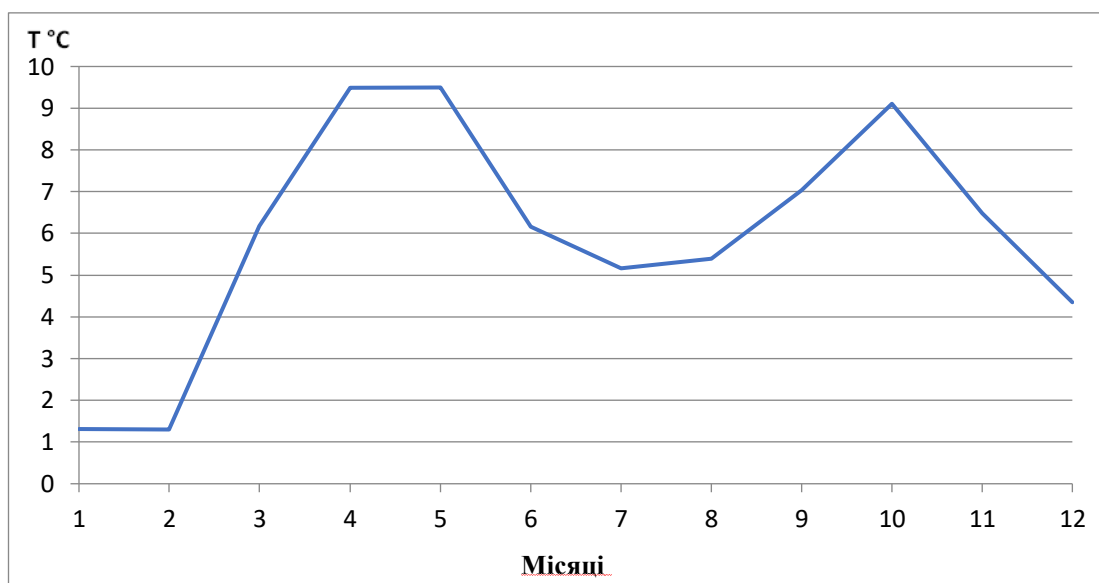


Рис. 4.4.1 – Середні значення розмаху синоптичної мінливості температури води

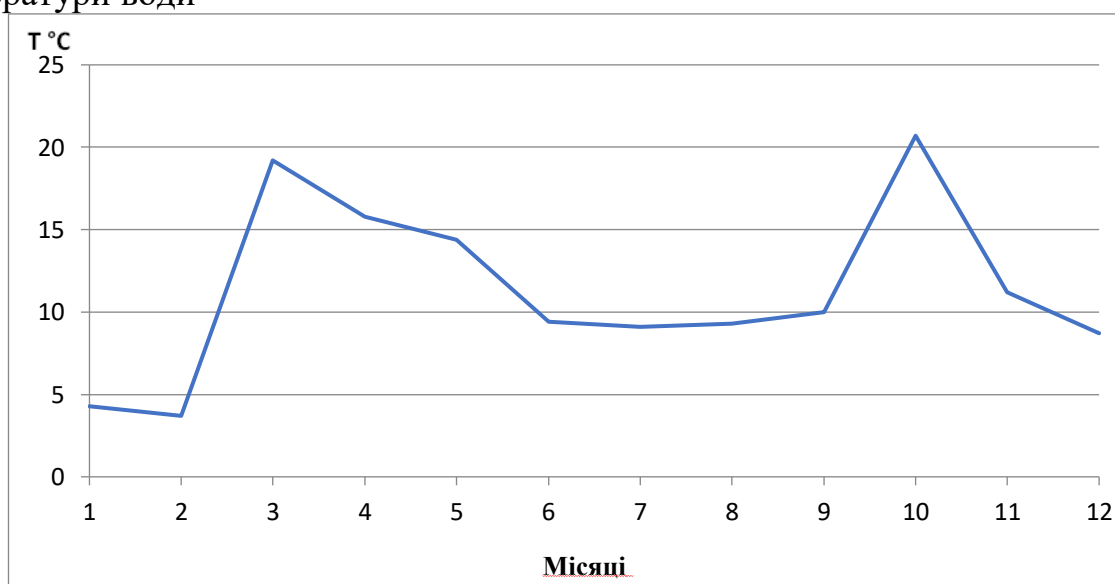


Рис. 4.4.2 – Максимальні значення розмаху синоптичної мінливості температури води

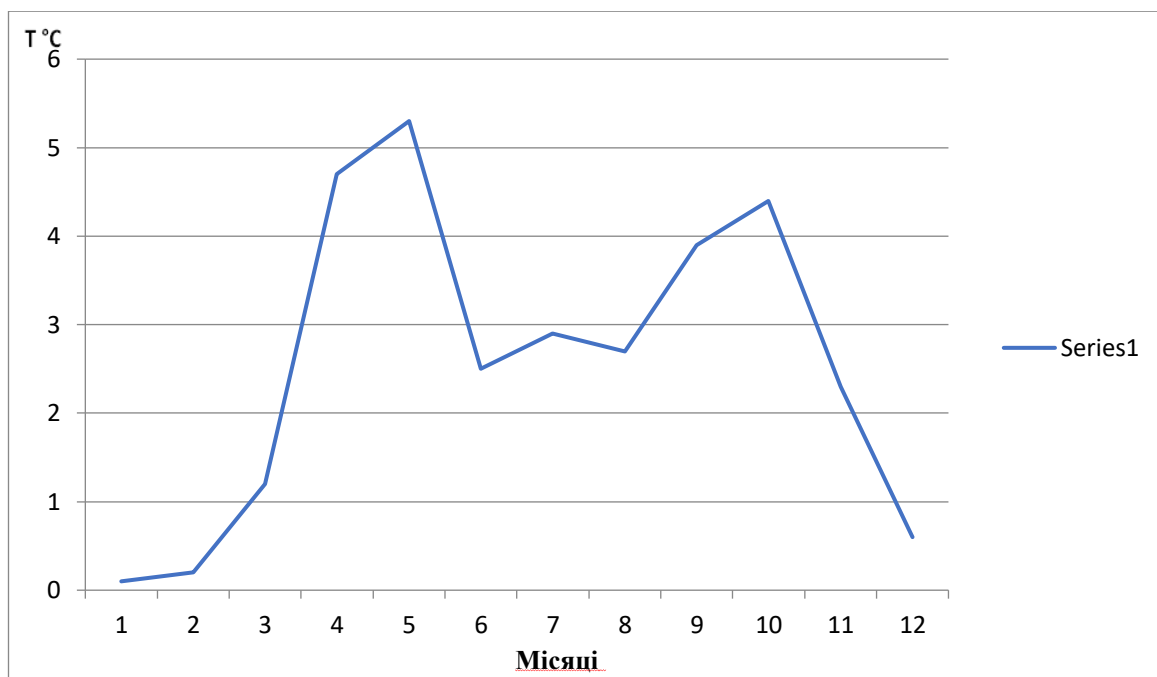


Рис. 4.4.3 – Мінімальні значення розмаху синоптичної мінливості температури води

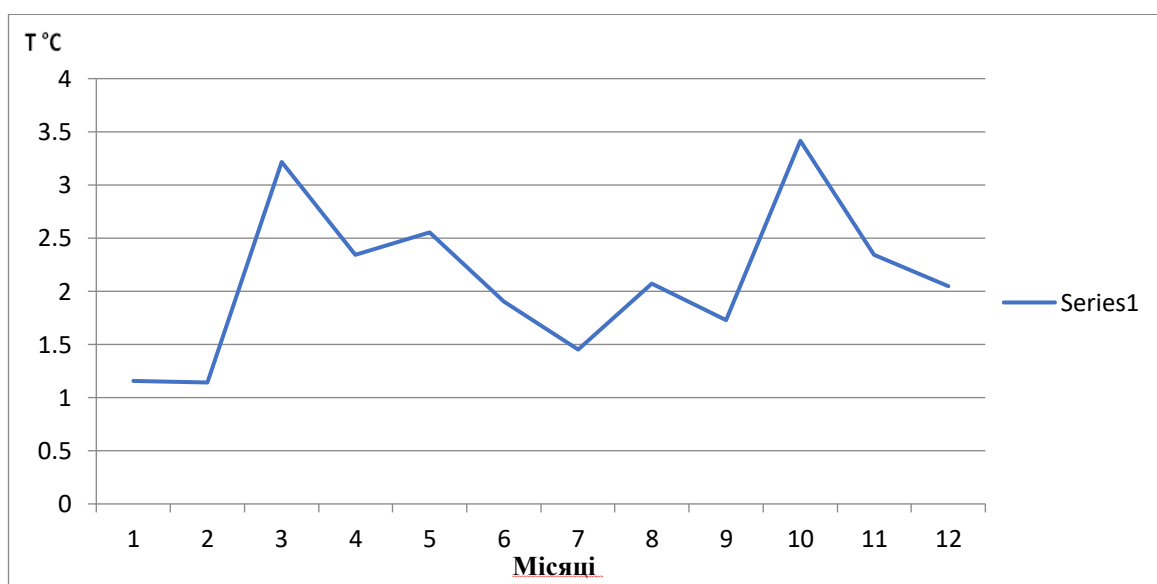


Рис. 4.4.4 – Середні квадратичні відхилення синоптичної мінливості температури води

Якщо порівнювати значення СКВ синоптичної мінливості розрахованої для станції Маріуполь за досліджуваний період (1985-2016рр.) з результатами за багаторічний період (1924-2007рр.)

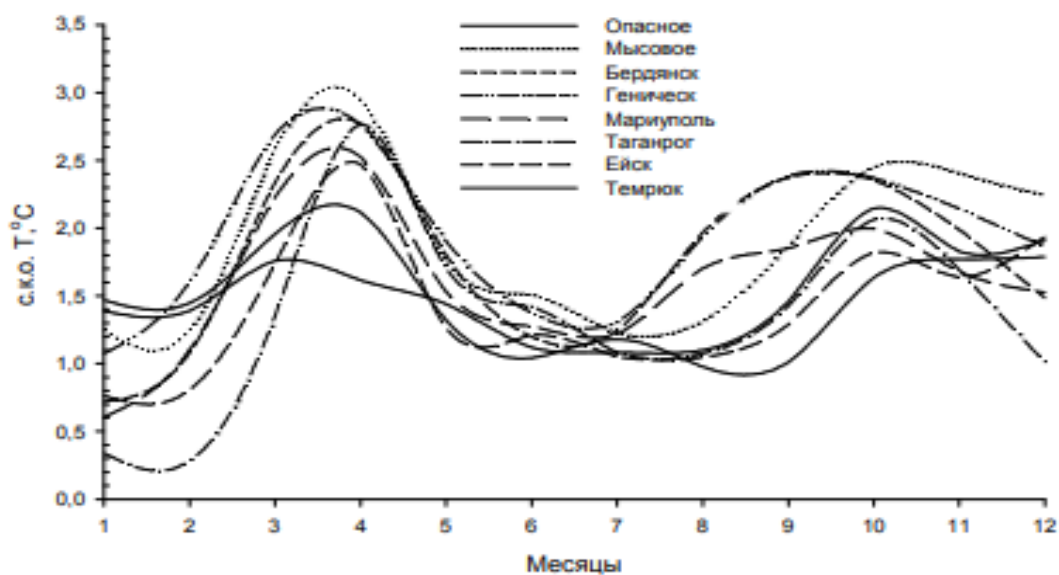


Рис. 4.4.1 Сезоний хід СКВ синоптичної мінливості температури води (T , $^{\circ}\text{C}$), по даним спостережень на берегових пунктах Азовського моря за 1924-2007 рр.[38]

то можливо зробити такі висновки. Максимальні значення СКВ спостерігаються в березні і в жовтні і досягають 3.22°C – 3.42°C . , що декілька вище, ніж за багаторічними даними (2.7°C і 2.2°C), що можна пояснити підвищення повторюваності вітру східного напрямку за останні роки [38]. Східні вітри є відповідальними за відгінно-нагінні процеси.

ВИСНОВКИ

1. Дослідження багаторічної мінливості температури води на станції Маріуполь за період 1985-2016рр показав зростання температури. Аналіз між річних коливань температури води за окремі місяці року показав, що найбільш суттєве підвищення температури спостерігається в травні, червні і листопаді з кутовими коефіцієнтами 0.1, 0.08 і 0.07 відповідно. Мінімальне зростання спостерігалось у січні та лютому. Таким чином, ріст температури води на станції Маріуполь за досліджуваний період більшою мірою обумовлено зростанням її в літні місяці.

В між річних коливаннях середньої річної температури води за досліджуваний період спостерігається позитивний тренд с кутовим коефіцієнтом 0,05 °C за рік. За середніми річними даними температура води за досліджуваний період зросла на 1,76 ° C. Зростання температури води зумовлено підвищенням температури повітря, що в свою чергу є результатом глобального потепління.

2. Аналіз сезонної мінливості температури води на станції Маріуполь показав, що за період 1985-2016 рр. у всі місяці року температура води вища ніж за період 1924-2007 рр. Мінімальні в сезонному ході температури спостерігаються у січні та лютому , а максимальні – в липні. Амплітуда сезонного ходу становить 25 °C., а за багаторічними даними вона становить 24,8 ° C.

3. Дослідження показали, що величини розмаху синоптичної мінливості температури води мають сезонний хід – найбільші значення спостерігаються в квітні-травні і в жовтні і становлять 9,45-9,5 ° C , а мінімальні – в січні-лютому і досягають 1,3 ° C. Розрахунки середньо квадратичних відхилень сіноптичної мінливості температури води показали, що найбільші значення спотрерігаються в березні і жовтні і становлять 3,32 ° C і 3,42 ° C відповідно. За багаторічними даними за період 1924-2007рр максимальні значення синоптичної мінливості припадають на квітень і жовтень і становлять 2,5 ° C і 1,8 ° C відповідно. Таким чином, за досліджуваний період величини середньо квадратичних відхилень синоптичної мінливості декілька збільшились.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Геология Азовского моря. К.: Наукова думка, 1974. 246 с.
2. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 853 с.
3. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том 3. Азовское море. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 220 с.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. СПб Гидрометеоиздат, 1991. 236 с.
5. Мамыкина В.А., Хрусталева Ю.П. Береговая зона Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1980. 176 с.
6. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 270 с.
7. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. М.: Гидрометеоиздат, Моск. отд-ние, 1989. 326 с.
8. Семенова Е.А. Водообмен Сиваша с Азовским морем // Сб. работ ГМО ЧАМ. 1964. Вып. 2.
9. Ю.П. Ильин, В.В. Фомин, Н.Н. Дьяков, С.Б. Горбач. Гидрометеорологические условия морей Украины, Севастополь 2009. 400с.
10. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том 3. Азовское море. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 220 с.
11. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. СПб Гидрометеоиздат, 1991. 236 с.
12. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 270 с.
13. Кукса В.И., Гаргопа Ю.М. Современная оценка гидрологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря // Водные ресурсы. 2004. Т. 31, №4. С. 489-497.
14. Раткович Д.Я., Привальский В.Е., Матушанский М.В. и др. Проблема Азовского моря // Водные ресурсы. 1980. №4. С.19-39.
15. Дьяков Н.Н., Горбач С.Б., Фомин В.В., Ильин Ю.П. Современная термохалинная структура вод Азовского моря // В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. Севастополь, 2006. Вып. 14. С. 215- 224.
16. Гидрометеорологический справочник морей СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1937. Т.3, вып. 1-3.

17. Бенашвили И.А. Термика поверхностного слоя Азовского моря // Тр. ГОИН. 1947. Вып. 3 (15). С. 12-28.
18. Велокурова Н.И., Старов Д.К. Гидрометеорологическая характеристика Азовского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1947.
19. Шлямин Б.А. Материал одновременной гидрологической съемки Азовского моря // Метеорология и гидрология. 1947. №3.
20. Климатический и гидрологический Атлас Черного и Азовского морей. Л.: Гидрометеиздат, 1956.
21. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 853 с.
22. Белов В.П., Филипов Ю.Г., Шлыгин И.А. Расчет водообмена через Керченский пролив // Метеорология и гидрология. 1978. №2. С. 52-59
23. Овсянников А.Н., Иванов Г.С. Сезонная и многолетняя изменчивость морских гидрологических элементов по наблюдениям вековой сети // Тр. ГОИН. 1978. Вып. 137. С. 4-16.
24. Бронфман А.М., Воловик С.П., Козлитина С.В. и др. Статистическая структура океанологических и биологических параметров экосистемы Азовского моря. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. Ун-та, 1979. 158 с.
25. Закономерности экосистемных процессов Азовского моря. М.: Наука, 2006. 304 с.
26. Боришанский Л.С. О расстояниях между пунктами наблюдений над температурой воды и уровнем моря // Тр. ГОИН. 1972. Вып. 115. С. 116-128.
27. Рожков Л.П., Слатинский Ю.Г., Яцевич Г.В. Расчет дискретности наблюдений на океанографических разрезах в Азовском море//Тр. ГОИН.1978. Вып.137.С. 47-53.
28. Шайтан О.И.О репрезентативности наблюдений над температурой и удельным весом воды на станциях Азовского моря//Сб. работ ГМ ЧАМ.1962.вып.1.С. 64-66.
29. Славин Л.Б. Тепловой баланс и теплооборот Азовского моря // Тр. БГМО ЧАМ. 1965. Вып. 3. С. 11-31.
30. Шлямин Б.А. О тепловом балансе Азовского моря // Тр. ГОИН. 1947. Вып. 6(16). С. 3-11.
22. Ефимов В.В., Тимофеев Н.А. Теплобалансовые исследования Черного и Азовского морей. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1990. 237 с.
32. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море / Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б.; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Севастополь, 2009. с. 400

33. Гаргопа Ю.М. Современное распределение Азовского моря и его связь с многолетними колебаниями атмосферной циркуляции // Водные ресурсы. 2002. Т.29. №6. С. 747-754.
34. Воскресенская Е.Н. Изменчивость климатических характеристик курортных местностей Черного и Средиземного морей под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера // В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. Севастополь, 2003. С. 39-48.
35. Дьяков Н.Н., Горбач С.Б., Тимошенко Т.Ю. Современные тенденции многолетних изменений ледовых условий Азовского моря // Тр УкрНИГМИ. 1999. Вып. 247. С. 244-249.
36. Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: реальность, предположения и вымыслы // Исследование Земли из космоса. 2002. №1. С. 3-23.
37. [meteorpost.com>pogoda>mariupol](http://meteorpost.com/pogoda/mariupol)
38. Гидрометеорологические условия морей Украины. Т. 1 Азовское море / Ю.П. Ильин и др. Севастополь, 2009. 402 с.
39. Боровская Р.В. Особенности ледового режима Керченского пролива за последние 15 лет по данным спутниковых наблюдений // В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2006. – Вып. 14. – С. 253-25

Додаток

Таблиця - Вихідні дані по температурі води (Середні, максимальні, мінімальні значення) на станції Маріуполь за період 1985-2016рр.

| Рік\Місяц | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін |
| 85 | -0,1 | -0,4 | -0,7 | -0,2 | -0,5 | -0,7 | 1,8 | -0,1 | -0,6 | 13,5 | 6,8 | 1,2 | 21,6 | 18,1 | 12,2 | 23 | 21,7 | 20,5 |
| 86 | 0,8 | -0,1 | -0,4 | -0,3 | -0,4 | -0,6 | 6,8 | 1,2 | -0,5 | 15,8 | 11,3 | 6,7 | 21,8 | 15,8 | 11,8 | 25,2 | 23,1 | 21,2 |
| 87 | -0,2 | -0,4 | -0,6 | -0,2 | -0,3 | -0,5 | 0,8 | -0,2 | -0,5 | 8 | 3,5 | 0,8 | 20,4 | 15 | 7,6 | 25,1 | 22,3 | 19,1 |
| 88 | 0,6 | -0,3 | -0,7 | -0,2 | -0,4 | -0,7 | 7 | 0,8 | -0,4 | 12,8 | 9,6 | 5,7 | 22,5 | 16,3 | 11,4 | 25,9 | 22,9 | 20,9 |
| 89 | 0,9 | 0,2 | -0,5 | 2,6 | 1,2 | 0,4 | 8,6 | 4,7 | 1 | 16,8 | 11,3 | 6,7 | 19,7 | 16,6 | 14,4 | 26,1 | 22,4 | 16,7 |
| 90 | 1,2 | 0,1 | -0,4 | 2,7 | 0,3 | -0,3 | 8,9 | 5 | 2,6 | 14,8 | 11,8 | 7,9 | 19,8 | 17,2 | 14 | 22,8 | 20,3 | 17,6 |
| 91 | 2,4 | 0,6 | -0,4 | -0,3 | -0,4 | -0,6 | 4,8 | 0,9 | -0,5 | 13,2 | 9,1 | 4,2 | 18,9 | 16,3 | 13,2 | 27,1 | 23,2 | 18,4 |
| 92 | 0,5 | -0,1 | -0,4 | 0,3 | -0,2 | -0,4 | 8,7 | 3,3 | 0 | 11,7 | 9,4 | 7 | 18,9 | 15,3 | 10,8 | 23,9 | 21,3 | 18,1 |
| 93 | 1 | 0 | -0,4 | 0,3 | -0,2 | -0,5 | 7,4 | 1,7 | -0,3 | 13,8 | 8,9 | 7,2 | 19,1 | 16,1 | 12,9 | 23,4 | 20,9 | 18,9 |
| 94 | 0,7 | 0 | -0,3 | 0,2 | -0,2 | -0,6 | 4,4 | 1 | -0,3 | 15,3 | 11 | 4,4 | 21,3 | 16,8 | 12,8 | 22,3 | 20,6 | 19,3 |
| 95 | 0 | -0,2 | -0,5 | 2,8 | 0,4 | -0,3 | 5,4 | 2,5 | 0 | 15,9 | 9,3 | 4,6 | 22,5 | 16,2 | 11,1 | 27,1 | 23,7 | 21,2 |
| 96 | -0,2 | -0,3 | -0,5 | 0,4 | -0,2 | -0,4 | 3 | 0,4 | -0,3 | 12,6 | 7,9 | 2,7 | 23 | 19,6 | 12,4 | 28 | 22,8 | 19,7 |
| 97 | 0 | -0,3 | -0,4 | 0,2 | -0,2 | -0,4 | 4,5 | 2,1 | 0,2 | 13,2 | 7,3 | 2,4 | 21,6 | 17,4 | 11,2 | 26,6 | 22,3 | 17,5 |
| 98 | 0,4 | -0,1 | -0,2 | 0 | -0,2 | -0,2 | 1,2 | 0,2 | -0,2 | 14,2 | 9,5 | 0,6 | 24 | 17,4 | 13,8 | 26,1 | 23,8 | 21,6 |
| 99 | 0,2 | -0,1 | -0,2 | 2,2 | 0,3 | -0,2 | 7,7 | 5 | 2,2 | 14,8 | 11,4 | 7,6 | 20 | 15,3 | 13,8 | 26 | 23,2 | 19,8 |
| 0 | 0 | -0,2 | -0,4 | 0,1 | -0,1 | -0,2 | 5,5 | 2,5 | 0 | 17,8 | 12,1 | 5 | 23 | 16,9 | 15,2 | 25,2 | 22,2 | 19,6 |
| 1 | 3,7 | 1,1 | -0,3 | -0,1 | 0 | -0,3 | 6,8 | 3 | -0,1 | 15,5 | 10,5 | 5,6 | 20 | 17,5 | 14,6 | 23,4 | 20,3 | 17,3 |
| 2 | -0,1 | -0,3 | -0,4 | 3,1 | 0,6 | -0,1 | 7,8 | 5,1 | 3,1 | 15,5 | 10,8 | 6,7 | 22,4 | 18,5 | 15,2 | 25,5 | 22,2 | 20,5 |
| 3 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | 5 | 0,2 | -0,3 | 11,4 | 7,2 | 3 | 24,4 | 18,1 | 10 | 23,2 | 21,3 | 19,5 |
| 4 | 2,9 | 1,4 | 0,6 | 3 | 1,1 | -0,2 | 10,3 | 4 | 0,5 | 15,3 | 9,7 | 6,2 | 20,4 | 17,1 | 12,2 | 27,5 | 20,6 | 18,3 |
| 5 | 2,8 | 1,6 | -0,1 | 0,3 | -0,1 | -0,4 | 3,8 | 0,7 | -0,2 | 15,6 | 10 | 3,6 | 27 | 19,1 | 13 | 27,4 | 23,5 | 20,8 |
| 6 | 0,9 | -0,1 | -0,4 | -0,2 | -0,3 | -0,4 | 6,1 | 0,8 | -0,2 | 12,9 | 9,2 | 5,5 | 20,8 | 15,3 | 11,2 | 26,9 | 23 | 19,5 |
| 7 | 4,6 | 2,5 | 0,3 | 3,1 | 1,3 | -0,2 | 8,5 | 3,3 | -0,2 | 14,8 | 10,8 | 8,2 | 26,9 | 18,4 | 12,5 | 26,9 | 24,4 | 22,5 |
| 8 | -0,3 | -0,2 | -0,4 | 1 | -0,1 | -0,3 | 16,8 | 4,8 | -2,4 | 16 | 11,4 | 7,1 | 25 | 17,7 | 13,8 | 26,4 | 22,6 | 18,9 |
| 9 | -0,1 | -0,2 | -0,3 | 2,2 | 0,6 | -0,1 | 7,3 | 3,7 | 1,1 | 14,2 | 10 | 7,1 | 23 | 16,6 | 11 | 28,6 | 24,5 | 20,5 |
| 10 | 0,6 | -0,2 | -0,5 | 0,2 | -0,1 | -0,4 | 8,1 | 2,1 | -0,1 | 16,7 | 10,7 | 7,5 | 22,8 | 19 | 14,5 | 29,3 | 24,1 | 21,9 |
| 11 | 2,2 | 0,3 | -0,4 | 0,4 | -0,2 | -0,4 | 4,7 | 1 | -0,4 | 13,1 | 8 | 3,8 | 22,4 | 17,3 | 11,5 | 27,2 | 23,8 | 21 |
| 12 | 2,8 | 1 | -0,4 | -0,2 | -0,3 | -0,5 | 1 | 0,2 | -0,2 | 16,5 | 6,5 | 0,7 | 23,3 | 21 | 16 | 28,5 | 24,5 | 20,7 |
| 13 | 0 | -0,1 | -0,3 | 2,5 | 0,6 | -0,1 | 6,7 | 4 | 2,2 | 16,4 | 9,3 | 3,8 | 25,4 | 21 | 14,6 | 27,2 | 24,4 | 23,2 |
| 14 | 2,4 | 0,6 | -0,4 | 0,5 | 0 | -0,5 | 8,9 | 3,9 | 0 | 16,4 | 10,8 | 6,6 | 25,8 | 19,8 | 14,8 | 25,6 | 23 | 21,6 |
| 15 | 0,1 | -0,2 | -0,4 | 1 | 0,1 | -0,2 | 8,5 | 4,3 | 0,6 | 15,8 | 9,2 | 5,6 | 23,5 | 17,3 | 12,8 | 28,7 | 24,4 | 21,6 |
| 16 | 0,1 | -0,2 | -0,5 | 3,5 | 1,3 | -0,2 | 9,7 | 5,9 | 3 | 16,2 | 12,3 | 7,2 | 23,6 | 19,2 | 14,6 | 29,9 | 24,5 | 20,9 |

| 7 | | | 8 | | | 9 | | | 10 | | | 11 | | | 12 | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін | Макс | Ср | Мін |
| 26,3 | 22,5 | 20,7 | 26,9 | 24,4 | 22,1 | 23,6 | 19,1 | 14,7 | 14,7 | 11,9 | 8,2 | 8,6 | 5,7 | -0,1 | 1 | 0,2 | -0,4 |
| 25,5 | 23,7 | 21,9 | 25,5 | 24,2 | 22,5 | 23,3 | 20,1 | 14,1 | 13,7 | 11,2 | 8,9 | 8,8 | 5,3 | 0,4 | 2,7 | 0,4 | -0,6 |
| 27 | 24,4 | 22,3 | 26 | 22,8 | 20,2 | 21,4 | 18,4 | 15,8 | 16,3 | 10,6 | 2 | 5,1 | 4,2 | 2,3 | 2,9 | 0,9 | -0,5 |
| 29,5 | 26,1 | 24,1 | 28 | 24,8 | 21,5 | 23,1 | 18,8 | 15 | 16,9 | 12,1 | 6,1 | 6,2 | 3,2 | 1,8 | 2 | 0 | -0,4 |
| 26,1 | 24,4 | 22,5 | 25,7 | 24,3 | 23 | 23,1 | 20,2 | 17,5 | 17,1 | 13,7 | 11,4 | 11,3 | 6,9 | 3,3 | 3 | 0,5 | -0,4 |
| 26,1 | 24,6 | 22,4 | 25,3 | 23,3 | 21 | 21,6 | 19,3 | 17,1 | 17,4 | 13,6 | 9,1 | 10 | 8,5 | 7,7 | 8,6 | 3,7 | -0,1 |
| 27,4 | 26,1 | 24,5 | 27,4 | 24,5 | 21,3 | 21,6 | 18,7 | 17,7 | 19,9 | 15,6 | 9,4 | 9,1 | 5,1 | 4 | 4,8 | 1 | -0,4 |
| 24,9 | 22,5 | 19,8 | 26,4 | 24,7 | 23 | 23,2 | 19,5 | 14,8 | 15,4 | 11,7 | 9,1 | 9,2 | 6,8 | 4,5 | 4,1 | 0,4 | -0,3 |
| 29,2 | 23,2 | 20,1 | 26,5 | 24 | 22 | 21,5 | 18,5 | 14,2 | 21,7 | 11,9 | 1 | 7,8 | 2,1 | -0,6 | 1 | -0,3 | -0,6 |
| 25,7 | 23,2 | 21 | 26,5 | 23,9 | 19,1 | 23,3 | 20,3 | 18,1 | 21,3 | 15,2 | 8,3 | 10,6 | 4,9 | 1,5 | 3,4 | 0,2 | -0,5 |
| 26,5 | 24,7 | 23,3 | 26,1 | 23,3 | 21,8 | 23,9 | 20,7 | 16,7 | 16,7 | 12,8 | 9,3 | 9,9 | 6,8 | 3,1 | 3,6 | 0,5 | -0,4 |
| 31,4 | 26,3 | 23,9 | 26,6 | 22,3 | 18,9 | 20,3 | 17,4 | 12,4 | 14 | 12 | 9,6 | 9,7 | 7,8 | 6 | 6,6 | 3,9 | -0,4 |
| 27,8 | 25,4 | 24 | 26,6 | 22,9 | 20,8 | 23,1 | 18,1 | 14,7 | 15,8 | 13,2 | 8,5 | 8,2 | 5,6 | 4,3 | 4,5 | 1,5 | -0,3 |
| 27,5 | 24,7 | 23 | 29,2 | 24,8 | 22,4 | 23 | 18,9 | 17 | 18 | 12,6 | 10,4 | 11 | 6 | -0,2 | 0,3 | -0,1 | -0,3 |
| 29 | 26,5 | 24,5 | 28,4 | 25,3 | 20,2 | 22 | 18,3 | 16,8 | 20,2 | 14,6 | 7,2 | 9,7 | 4,9 | -0,3 | 1,6 | 0,2 | -0,2 |
| 28 | 25,1 | 21,6 | 27,6 | 24,8 | 19,7 | 22,6 | 19,3 | 14,2 | 15,5 | 11,6 | 9 | 10,6 | 6,1 | 0 | 2,1 | 0,5 | -0,2 |
| 30,6 | 26,2 | 22 | 31 | 25,8 | 21,7 | 22,3 | 19,4 | 15,7 | 17 | 13,6 | 8,3 | 9,2 | 6,8 | 4,1 | 4,2 | 0,1 | -0,3 |
| 29,3 | 26,6 | 24,1 | 28,6 | 24,6 | 22,4 | 23,1 | 20,7 | 18,9 | 18,9 | 12,9 | 9,5 | 9,8 | 6,9 | 4,9 | 5,9 | -0,1 | -0,5 |
| 27,7 | 24,6 | 21,2 | 26,4 | 23,9 | 22,5 | 26,2 | 19,2 | 16,8 | 19,8 | 15,1 | 9,5 | 9,4 | 6,1 | 4,2 | 5,4 | 2,6 | 1 |
| 28 | 23,7 | 22,1 | 28,3 | 24,1 | 22 | 26,5 | 20,1 | 18 | 20,3 | 13,5 | 9,5 | 12 | 9,1 | 4,9 | 4,6 | 2 | -0,1 |
| 27 | 23,9 | 22 | 28 | 25 | 21,5 | 23,6 | 20,3 | 16,8 | 17,8 | 14 | 10 | 10 | 6,7 | 4,6 | 6 | 3,6 | -0,1 |
| 26 | 23,4 | 21,4 | 28,6 | 26,1 | 23,4 | 24,7 | 20,6 | 18 | 19,6 | 15,3 | 12,1 | 12,2 | 8,5 | 6 | 6,8 | 4,3 | 0,3 |
| 28,6 | 25,5 | 23,3 | 28,1 | 26,1 | 24 | 25,4 | 21,2 | 18 | 19,2 | 15,3 | 11 | 11,8 | 5,9 | 3 | 3,6 | 1,5 | -0,2 |
| 27,2 | 24,9 | 23 | 27,6 | 25 | 22,8 | 24,2 | 19,2 | 14,8 | 17,6 | 14,8 | 10,8 | 11,5 | 8 | 5,4 | 5,9 | 2,3 | -0,3 |
| 29 | 26,2 | 24,5 | 27,7 | 23,2 | 21 | 22,6 | 20,2 | 16,8 | 17,8 | 15,3 | 11,5 | 12,2 | 7,7 | 6 | 8,2 | 2,4 | -0,2 |
| 28,8 | 26,6 | 23,5 | 24,4 | 29,2 | 26,9 | 24,2 | 19,9 | 17,4 | 18 | 11,1 | 9 | 10,9 | 9,4 | 8 | 8,2 | 4 | 1,7 |
| 30,9 | 26,5 | 23 | 29,7 | 25,6 | 23 | 23,7 | 20,4 | 17,5 | 18,2 | 13,8 | 9 | 9 | 4,8 | 0,9 | 3,6 | 2,4 | 1,6 |
| 28,3 | 25,6 | 23 | 28,1 | 25,3 | 22,4 | 23,2 | 20,8 | 19 | 20,4 | 16,5 | 13,5 | 13,7 | 9 | 5 | 6,4 | 2 | -0,3 |
| 27,9 | 25,4 | 23,4 | 27,5 | 24,7 | 23,2 | 24,1 | 19,4 | 15 | 15,2 | 11,3 | 10 | 11,7 | 9,1 | 4,6 | 5,1 | 1,3 | -0,2 |
| 26 | 24 | 21,9 | 28,4 | 25,3 | 23,4 | 23,3 | 18,9 | 14,4 | 15,5 | 11,6 | 5,2 | 6,6 | 4,3 | 0,6 | 2,2 | 0,5 | -0,2 |
| 28,1 | 25,2 | 23,6 | 27,1 | 24,3 | 21,6 | 25,4 | 22,4 | 20,1 | 22,7 | 12,9 | 7,8 | 9,1 | 7,5 | 5,8 | 6,1 | 3,7 | 0,8 |
| 30,3 | 26,7 | 25 | 29,9 | 26,5 | 24,2 | 25,2 | 20,7 | 15,2 | 17,5 | 11,4 | 4,4 | 8,1 | 4,9 | -0,1 | 1,6 | 0,1 | -0,3 |

