

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут
Кафедра океанології та
морського природокористування

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

Виконав студент групи МЗО-18
Спеціальності 103 «Науки про Землю»
Новицький Іван Ігорович

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

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

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____

“ 28 ” 10 2019 року

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

Новицький Іван Ігорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мінливість рівня 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 “18.10”2019 року
№235«С»п.п.-09

2. Строк подання студентом роботи 16.12.2019

3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела з мінливості рівня 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 рівня моря за період 1985-2016 рр. Виявлення тенденцій в змінах рівня моря різного часового масштабу – багаторічної, сезонної і синоптичної.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графіки тимчасової мінливості рівня моря 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 28.10. 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	80	добре
2	Огляд літератури та підготовка відповідного розділу роботи	29.10-5.11.19	80	добре
3	Розрахунки характеристик мінливості рівня моря різного часового масштабу(багаторічної,сезонної, синоптичної)	6-10.11.19	80	добре
4	Аналіз результатів розрахунків характеристик багаторічної та сезонної мінливості рівня моря	11-17.11.19	80	добре
5	Аналіз результатів розрахунків характеристик синоптичної мінливості рівня моря	15-17.11.19	80	добре
6	Рубіжна атестація	18-23.11.19	80	добре
7	Підготовка тексту магістерської роботи	24.11-1.12.19	80	добре
8	Оформлення магістерської роботи відповідно до вимог	2-8.12.19	80	добре
9	Попередній захист	9.12.19	80	добре
10	Перевірка на плагіат	13.12.19		
11	Рецензування			
12	Строк подання роботи на кафедру	6.12.19		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80	добре

Студент _____
(підпис)

Новицький І.І.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Гаврилюк Р.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

На магістерську роботу по темі «Мінливість рівня в Азовському морі за даними спостережень на станції Маріуполь» магістра групи МЗО-18 Новицького Івана Ігоровича.

Актуальність обраної теми

Рівень моря відчуває багаторічні, сезонні і синоптичні коливання, що впливає на роботу портів і плавання суден. Знання характеристик мінливості рівня моря різного часового масштабу представляє інтерес для морської господарської діяльності. Кліматичні зміни, які відбуваються в Азовському морі в останні десятиліття, відображаються і на змінах рівня моря, що обумовлює актуальність обраної теми магістерської роботи.

Мета роботи

Отримати кількісні оцінки між річної, сезонної і синоптичної мінливості рівня моря на станції Маріуполь за даними спостережень за 1985-2016 рр. Виконати порівняльний аналіз з літературними джерелами і оцінити зміни рівня Азовському моря за останні роки.

Об'єкт дослідження

Рівень Азовського моря за даними спостережень на станції Маріуполь.

Предмет дослідження

Характеристики мінливості рівня моря 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 між річної, сезонної і синоптичної мінливості рівня моря за даними спостережень на станції Маріуполь. Новизна магістерської роботи полягає в тому, що за матеріалами спостережень за 32 роки представлені оцінки змін характеристик режиму рівня в Азовському морі, які відбуваються в останні роки.

Рекомендації щодо використання результатів роботи за значенням галузі застосування

Кількісні оцінки мінливості рівня моря 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 54 сторінок, вступу, чотирьох розділів, висновку, 17 рисунків, 13 таблиць, 59 літературних джерел.

Ключові слова

АЗОВСЬКЕ МОРЕ, МАРІУПОЛЬ, РІВЕНЬ МОРЯ , МІЖ РІЧНА, СЕЗОННА, СИНОПТИЧНА МІНЛИВІСТЬ.

SUMMARY

Master's thesis on "Variability of the level in the Azov Sea based on observation data at Mariupol station" by Ivan Novytskyi, Master of Group MZO-18.

Relevance of the selected topic

Sea level is experiencing multiyear, seasonal and synoptic fluctuations and influences the operation of ports and ships. Knowledge of the characteristics of sea level variability at different time scales is of interest to marine economic activity. Climatic changes that have occurred in the Sea of Azov in recent decades are also reflected in changes in sea level, which makes the topic of master's work relevant.

Purpose of work

To obtain quantitative estimates between summer, seasonal and synoptic sea level variability at Mariupol station based on observation data for 1985-2016. Perform a comparative analysis with the literature sources and assess the changes of the Azov Sea level for the last rocks.

Object of study

Sea level of Azov according to the observation data at Mariupol station.

Subject of study

Characteristics of sea level variability at Mariupol station of different time scales.

Research methods

Traditional methods of research - comparative and retrospective methods and methods of statistical processing of information - correlation and regression analyses - are used in the course of the work.

Results, their novelty, theoretical and practical significance

The quantitative estimates between summer, seasonal and synoptic sea level variability were obtained from observation data at Mariupol station. The novelty of the master's work is that based on 32 years of observations, estimates of changes in the characteristics of the sea level regime in the Azov Sea that have occurred in recent years are presented.

Recommendations on the use of the results of the work on the significance of the application

The quantitative assessments of sea level variability at Mariupol station given in the master's thesis substantially clarify and supplement the data from the literature sources, as they are based on the observation materials of recent years.

Structure and scope of work

The work consists of pages 54, an introduction, four chapters, a conclusion, 17 pictures, 13 tables, 59 literary sources.

Key words

AZOV SEA, MARIUPOL, SEA LEVEL, BETWEEN SUMMER SEASONAL, SYNOPTIC VARIABILITY.

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	7
<u>1. КОРОТКИЙ ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС АЗОВСЬКОГО МОРЯ</u>	8
<u>2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З МІНЛИВОСТІ РІВНЯ В АЗОВСЬКОМУ МОРІ</u>	12
<u>2.1. Рівень моря</u>	12
<u>2.2. Сезонна мінливість</u>	13
<u>2.3. Багаторічна мінливість</u>	15
<u>2.4. Синоптична мінливість</u>	26
<u>3. МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ</u>	31
<u>4. МІНЛИВІСТЬ РІВНЯ МОРЯ ЗА ДАНИМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА СТАНЦІЇ МІРІУПОЛЬ</u>	32
<u>4.1. Сезонна мінливість рівня моря на станції Маріуполь</u>	32
<u>4.2. Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь</u>	33
<u>4.3. Синоптична мінливість рівня моря на станції Маріуполь</u>	41
<u>ВИСНОВКИ</u>	48
<u>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</u>	49
<u>ДОДАТОК</u>	53

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 7 м, область найбільших глибин знаходиться в центрі моря (максимальна глибина 14,4 м). Найбільша довжина Азовського моря по лінії коса Арабатська стрілка - дельта Дону складає 380 км, найбільша ширина по меридіану між вершинами Темрюкського і Білосарайської заток - 200 км [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 (20-30 км) з глибинами 6-7 м. Південне узбережжя відрізняється крутим береговим схилом (до глибини 11-12 м). Ізобата 5 м розташована приблизно в 2 км від берега.

Загальна протяжність берегової лінії Азовського моря становить 2686 км [5]. Для узбережжя Азовського моря характерне чергування корінних ділянок берегових обривів, складених, переважно, пухкими, які легко піддаються абразії, відкладеннями неогенового і четвертинного віку, з

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

Північне узбережжя моря характеризується стрімким берегом (середня висота обривів 7-15 м), а також системою піщано-черепашкових кіс, які збільшуються в розмірах на захід моря. Уздовж усього західного берега моря розташована найбільша акумулятивна форма Азовського моря - піщано-черепашкова коса Арабатська стрілка довжиною 107 - 110 км і шириною 0,27 - 7 км. Східні берега від Темрюка до Приморсько-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·рік⁻¹) схильні приблизно 70% берегів Азовського моря.

В Азовське море впадають дві великі річки Дон і Кубань, які постачають в море 95% сумарного стоку, і 20 малих річок, в основному, в північній частині моря (Берда, Кальміус, Міус, Ея, Обіточна, Молочна і ін.). Середній стік Дону в рік становить 24,4 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 з потужними 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. Водообмін Таганрозької затоки і власне Азовського моря здійснюється через Довжанську протоку, розташовану між косами Довгою і Білосарайської. Довжанську протоку відносить до поперечних, двовимірним протоком, її ширина становить 30 км при середній глибині - 6,6 м, а площа поперечного перерізу - 191800 м² [7].

Водообмін з затокою Сиваш здійснюється через протоку Тонкий, але грає незначну роль у водному балансі Азовського моря [2, 4]. В середньому за багаторічний період 1923-2000 рр. відтік вод з Сиваша в Азовське море склав 0,4 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 гідроствор при середньо-багаторічній величині рівня в Генічеську становить 259-265 м²; при зміні рівня на 10 см площа перетину змінюється на 6,5-7 м² [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, в цьому 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 РІВНЯ В АЗОВСЬКОМУ МОРІ

2.1 Рівень моря

Зміни рівня Азовського моря є наслідком впливу багатьох фізичних процесів різних просторових [10] і часових масштабів. Якщо розглядати коливання рівня [11] Азовського моря за тимчасовим масштабом в класифікації, то за періодами можна виділити:

а) багаторічні коливання (з періодами більше року), пов'язані переважно зі зміною обсягу вод моря;

б) сезонні (внутрішньорічні) коливання з періодами від півроку до року;

в) коливання синоптичного діапазону частот з періодами від 2-3 діб до півроку, обумовлені переважно атмосферними процесами [12, 4];

г) мезомасштабні коливання з періодом менше 2 діб (для Азовського моря це в основному сейшові коливання).

Мезомасштабна і синоптична мінливість рівня Азовського моря досить добре вивчена. Інтерес до цієї теми обумовлений, перш за все, значними амплітудами відгінно-нагінні коливання рівня, що досягають 3-6 м. На основі огляду досліджень, виконаних в цій області їх [4, 13, 14] можна умовно розділити на дві групи: 1) роботи прогностичного напрямку [13, 15, 16], що включають статистичні методи аналізу короткострокових неперіодичних коливань рівня [17, 18, 12] і їх зв'язків з примусовими силами [19, 20]; 2) чисельне моделювання [21, 22, 23, 24, 25, 26]. В умовах сучасних змін клімату найбільший інтерес представляє вивчення мінливості рівня на багаторічних і сезонних масштабах, пов'язаної з евстатичним підвищенням рівня Світового океану (1,4 - 3,0 мм·рік⁻¹ за останні 100 років) [27, 28, 29, 30]. Підйом рівня (1,13 - 2,53 мм / рік) в минулому столітті був характерний для Чорного моря [31, 32, 33, 34], Середземного моря (2,2 - 2,9 мм·рік⁻¹) і Атлантичного океану (3,1 мм·рік⁻¹) [35]. Дослідження багаторічних і сезонних коливань рівня Азовського моря розглянуті в. [1-4, 36, 37, 38, 39, 40, 41]

2.2 Сезонна мінливість

Сезонний хід рівня Азовського моря визначається, переважно, внутрішньорічної мінливістю складових водного балансу і вітровими умовами [41].

Максимальні величини стоку річок при незначних величинах випаровування відзначаються в березні-червні. Внесок прісного балансу в підвищення рівня за цей період найбільший і, виражений в збільшенні рівня, становить 44-48 см на місяць. У весняний сезон спостерігаються максимальні за рік середньомісячні значення рівня моря 488-492 см. Вплив викликаних вітром відгінно-нагінних коливань на середньомісячні значення рівня зменшується від березень до червня. Різниця в 19 см між значеннями рівня в Таганрозькій Затоці і західній частині моря (МГС Генічеськ, Мисове) до червня знижується до величин, які перевищують 3 см.

На липень-вересень припадає максимум випаровування, знижений стік Дону і сезонне зменшення кількості атмосферних опадів. Внесок прісного балансу в ці місяці, виражений в перетворенні рівня, полягає в зниженні рівня моря на 13-20 см. Середньомісячні значення рівня в липні по всьому узбережжю становлять 482-489 см, до вересня величини рівня в західній половині моря зменшуються до 474-479 см, а на східному узбережжі - до 460-469 см. Максимальна різниця в значеннях рівня в ці місяці спостерігається між північним (МГС Маріуполь) і південним (МГС Небезпечне) узбережжями моря і становить в червні 7 см, а в Липні 12 см.

Мінімуми в річному ході середньомісячних значень рівня моря для західного і східного узбережжі моря відзначаються в жовтня-листопаді, але вони істотно розрізняються по величині. Внесок прісного балансу в зміни рівня в ці місяці незначний, а в жовтні близький до нуля. У листопаді, за рахунок збільшення кількості опадів, рівень моря в середньому підвищується на 13 см. В осінній сезон на рівень Азовського моря в основному впливає велика повторюваність сильних вітрів, переважно східного і північного східного напрямів. В результаті дії вітру відбувається нахил рівної поверхні моря в напрямку від східного узбережжя до Арабатській стрілі. Різниця в середньомісячних значень пах в осінній сезон між східним (МГС Таганрог) і західним (МГС Генічеськ, Мисове) узбережжями становить 22-28 см, але в окремі роки може досягати і 50-70 см.

Максимальний розмах в середньомісячних значеннях рівня спостерігається в жовтні 1987 року і склав 134 см між пунктами Генічеськ та Таганрог, 120 см в напрямку Генічеськ - Мисове, і 64 см між Генічеському та

Приморсько-Ахтарського. У листопаді 1935 рр. розмах значень рівня між станціями Генічеськ - Таганрог, Мисове - Таганрог, Приморсько-Ахтарськ - Генічеськ становив відповідно 135, 122 і 82 см.

У грудні-лютому внесок прісного балансу в зміни рівня моря, за рахунок максимуму в кількості опадів і зменшення випарювання, становить 26-35 см. Величини середньомісячних рівнів в західній частині моря становлять 476-482 см, в Таганрозькій Затоці, внаслідок згону вітрів, значення рівня нижче - 453-471 см.

Максимальний розмах в середньомісячних значеннях рівня на узбережжі Азовського моря становить 20-26 см в Таганрозькій Затоці і Приморсько-Ахтарську - 30-45 см.

Якщо зіставити сезонний хід рівня моря на берегових МГС для кліматичних періодів 1961-1990 і 1931-1960 рр. і проаналізувати величини середньомісячних аномалій, то помітно, що рівень в останні десятиліття коливався на більш високих відмітках.

Негативні аномалії рівня в Генічеську і Мисовом в листопаді пояснюються зменшенням в 3-4 рази повторюваності звичайних для цього місяця сильних нагінних східних вітрів.

На кривих річного ходу рівня за різні періоди в пунктах узбережжя помітно вплив антропогенного придбання в внутрішньорічного розподілу стоку річок в Азовське море, яке проявляється в певному нівелюванні сезонних коливань водності стоку річок і в збільшенні значень рівня моря в період літньо-осінньої та зимової межени. [6]

Вплив евстатичної складової в річному ході рівня проявляється в позитивних аномаліях середньомісячних значеннях рівня моря за кліматичний період 1961-1990 рр. Порівняно з попереднім періодом. У той же час, в термінах настання максимуму річного ходу, пов'язаного з весняною повінню, істотних змін не відбулося.

2.3 Багаторічна мінливість

За даними спостережень рівня моря на узбережжі були розраховані основні статистичні характеристики і багаторічні тенденції (лінійні тренди) за різні періоди.

На більшості берегових пунктів Азовського моря виявлені позитивні тенденції підвищення рівня моря, причому надвеликі величини кутових коефіцієнтів лінійних трендів відмічали за останні 60 років.

У багаторічному ході рівня на станціях і постах узбережжя моря, що мають більш ніж віковий ряд спостережень (МГС Генічеськ і Таганрог, МГП Керч), візуально можна виділити коливання з періодами 2-3 роки і 25-30 років. За період до зарегулювання стоку річок в 1951 рр., характерні тенденції зниження рівня 1877-1924 рр., потім рівень переважно підвищується. В цілому, за 1875-1951 рр., рівень моря на цих пунктах не має значних трендів.

На західному і північному узбережжі Азовського моря (Мисове, Бердянськ, Маріуполь), де спостереження проводяться з початку ХХ століття, в багаторічному ході рівня відзначається однозначна тенденція до підняття. Значення кутових коефіцієнтів лінійних трендів для цих пунктів за весь період спостережень склали відповідно 1,81, 2,89 і 1,65 мм·рік⁻¹.

Для приустьєвих областей східного узбережжя Азовського моря досить докладний аналіз багаторічних і сезонних коливання рівня був проведений [38,11239]. Величини швидкості багатолітніх позитивних змін рівня води на східному узбережжі моря склали: Таганрог (1882-2006 рр.) - 1,0 мм·рік⁻¹; Єйськ (1915-2006 рр.) - 1,45 мм·рік⁻¹; Приморсько-Ахтарськ (1916-2006 рр.) - 1,66 мм / рік; Темрюк (1910-2006 рр.) - 3,28 мм·рік⁻¹ [27,28].

За сучасний період (1977-2007 рр.), значні тенденції в зростанні рівня моря виявлені тільки в Бердянську (3,02 мм·рік⁻¹), Мисовом (3,86 мм·рік⁻¹) і на МГП Завітне (3,28 мм·рік⁻¹).

Деякий розкид в оцінках тенденцій викликаний тим, що мінливість багаторічних коливань рівня (ΔH) в часі і просторі має складну природу і може бути представлена в наступному вигляді:

$$\Delta H = \Delta H_{об} + \Delta H_m + \Delta H_e,$$

де $\Delta H_{об}$ - зміна загального обсягу води в басейні в наслідку мінливості компоненту водного балансу кліматичної або антропогенної природи, а також твердого стоку в море; ΔH_m - вплив геодинамічних причин, обумовлених вертикальними рухами земної кори і просіданням пухких ґрунтів в дельтах річок (в залежності від знаку вікові коливання суші можуть

завищувати або занижувати величини зміни рівня); ΔH_e - вплив інших причин метеорологічного і гідрологічного характеру (варіації атмосферного тиску і при поверхневого вітру, через мінливості щільності води). До основних з цих факторів що впливу в даний час на багаторічні коливання рівня в Азовському морі, відносяться: евстатичний (зміни компоненту водного балансу моря і твердий стік), геодинамічний (сучасні тектонічні рухи), кліматичний (міжрічна мінливість вітрових умов). Впливом інших гідрометеорологічних факторів, таких як багаторічні зміни атмосферного тиску або стеричний ефект, пов'язаний зі змінами щільності води, можна знехтувати.

Більшість дослідників вважає, що основний внесок в підвищення рівня вносить евстатичний фактор [36, 37, 38, 40]. В роботі [42], на основі застосування методу водного нівелювання, затверджується про переважний внесок тектоніки в зростання рівня Азовського моря. Розглянемо докладніше основні чинники, які впливають на зміну рівня на багаторічних масштабах.

Сучасні тектонічні рухи. Оцінки [42,43,37,44] величин сучасних тектонічних рухів берегів Азовського моря неоднозначні. Найбільш надійною є оцінка тектонічних процесів, заснована на геологічному підході [5,44]. В цілому, на узбережжі Азовського моря переважає осідання земної кори, особливо в східній його частині і Таганрозькій Затоці, зі швидкістю приблизно 0,6-2,0 мм·рік⁻¹. Найбільші величини осідання відзначаються на узбережжі дельти Кубані (МГС Темрюк і Приморсько-Ахтарськ), де також спостерігається і природний процес ущільнення і просідання пухких ґрунтів дельти річки Кубань. Незначний тектонічний фактор в західній частині моря і Керченській протоці. Тут вертикальні тектонічні рухи невеликі і становлять від 0 до 0,45 мм·рік⁻¹.

З урахуванням вищесказаного, у величини кутових коефіцієнтів трендів рівня моря, оцінених за даними берегових пунктів, введені поправки на тектонічні рухи. Скорегована таким чином середня величина підйому рівня Азовського моря може бути оцінена в $1,5 \pm 0,69$ мм / рік і відповідає загальній тенденції підйому рівня в системі «Чорне море - Середземне море - Атлантичний океан», зі швидкістю 1,13 - 3,1 мм·рік⁻¹. [35, 32, 45]

Евстатичні чинники. В багаторічні коливання рівня основний внесок вносить мінливість складових водного балансу моря - стоку річок Азово-Чорноморського басейну, водообміну з Червоним морем, опадів і випаровування з поверхні моря. Опосередковані величини складових водного балансу, їх внесок в збільшення рівня, віднесений до площі моря (37802 км²).

Значення материкового стоку, перекладений в збільшенні рівня, складає за багаторічний період 1923-2000 рр., в середньому, 99 см, при мінімальному і максимальному значеннях 52 і 193 см відповідно. У річному

ході змін рівня, пов'язаних з стоком річок, найвагоміші значення збільшення рівня відзначаються в квітні-травні - 40-45 см, а мінімальні (20-25 см) - в осінньо-зимову межень стоку річки Дон.

На величини збільшення рівня, викликані стоком річок в Азовське море, впливають два основних фактори - антропогенне безповоротне вилучення стоку в більших обсягах за останні 55 років (1952-2007) і обумовлене кліматичними причинами збільшення стоку за останні роки (1977-2007). У підсумку, господарська діяльність людини виявилася вагомішою і за період 1923-2000 рр. відбулося значне зменшення материкового стоку в Азовське море з величиною кутового коефіцієнта лінійного тренду - $0,14 \text{ км}^3 \cdot \text{рік}^{-1}$ (в термінах збільшення рівня $-3,7 \text{ мм} \cdot \text{рік}^{-1}$).

Атмосферні опади які випадають над морем, в середньому за рік, підвищують рівень моря на 40 см, але значних тенденцій до їх збільшення за період 1945-2000 рр. для всієї акваторії моря не виявлено. Внесок випаровування в зміни рівня в бік його зниження становить 33 см, в багаторічному ході з початку 50-х років минулого століття має значну негативну тенденцію, що пояснюється зменшенням швидкості вітру, особливо в літні місяці. В цілому, внесок в зміни рівня прісноводного бюджету (стік плюс осадки мінус випаровування) за період 1923-2000 рр. істотно не змінився, виявлена незначна тенденція до зменшення з кутовим коефіцієнтом лінійного тренду - $1,9 \text{ мм} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Водообмін з Чорним морем через Керченську протоку грає визначальну роль в режимі рівня Азовського моря. Найбільш відомі і часто вживані методи розрахунку водообміну через протоку - метод спільного рішення рівнянь водного і сольового балансу для сталого стану [46, 47, 2, 48, 49] і емпіричний метод Альтмана Е.Н. [50, 51]. Неможливість точного обліку багатьох важливих факторів призводять до того, що отримані за цим методом оцінки азовського і чорноморського потоку суттєво різняться. В цілому, обидва підходи досить добре відображають основні закономірності між річної мінливості водообміну через протоку. Найбільші відмінності проглядаються у визначенні величин Чорноморського потоку.

Обсяг припливу чорноморських вод через протоку ($33,3 \text{ км}^3$, 1923-2000 рр.) Можна порівняти зі стоком річок в море, а відтік азовської води перевершує сумарний річковий стік ($50,0 \text{ км}^3$, 1923-2000 рр.). внесок припливу чорноморських вод в приріст рівня в середньому становить 88 см при максимальній величині 130 см (1949 рр.) і мінімальному значенні 65 см (1929 рр.). Відтік азовських вод знижує рівень моря в середньому на 132 см при мінімальних і максимальних значеннях 91 і 192 см відповідно. Значних тенденцій в припливі чорноморських вод не виявлено. У відтоку азовських

вод виявлена значна тенденція до зменшення з кутовим коефіцієнтом, виражена в збільшеннях рівня, рівним $-1,1 \text{ мм} \cdot \text{рік}^{-1}$. Швидше за все, скорочення за другу половину ХХ століття обсягу азовських вод, поступають через Керченську протоку в Чорне море, приблизно на $6,1 \text{ км}^3$ в порівнянні з періодом до 1951 р, пояснюється антропогенним безповоротним вилученням частини стоку річок в море. Однак не можна виключити і ефекти періодичного підпору і активізації водообміну, пов'язаного з коливаннями рівня Атлантичного океану і сполучених з ним Середземного і Чорного морів. Згідно [6], внесок таких низькочастотних коливань рівня системи «Атлантичний океан - Середземне море - Чорне море» в вимірювання азовської складової водообміну при рівних умовах по-стоку, становить $7-8 \text{ км}^3$.

Накопичення донних відкладень за рахунок терригенного (твердий стік річок, абразія, еолові випадання) і біогенного седиментаційного матеріалу може також впливати на підвищення рівня Азовського моря. До зарегулювання стоку річок в море надходження терригенного матеріалу в море становило в середньому $7,66 \text{ млн.т} / \text{рік}$, з яких близько $4 \text{ млн.т} / \text{рік}$ доводилося на твердий стік р. Дон. Зарегулювання стоку Дону і Кубані призвело до скорочення поступлення наносів в море до $1,33 \text{ млн.т} / \text{рік}$, при цьому твердий стік Дону скоротився на порядок (до $0,4 \text{ млн.т} / \text{рік}$). [6, 52]

Надходження на акваторію моря еолового матеріалу з пильними бурями і опадами, а також інтенсивність абразії берегів Азовського моря, залежать від вітрової активності в регіоні. Внаслідок зменшення середньої швидкості вітру за останні 50 років, еолові випадання скоротилися з $8,95$ до $3,51 \text{ млн.т.}$, а величина осадочного матеріалу, що надходить з абразією берегів, за рахунок зниження гідродинамічної активності зменшилася з $9,85 \text{ млн.т} / \text{рік}$ в 1940-1952 рр. до $5,77 \text{ млн.т} / \text{рік}$ до 2000 року [78, 106]. Надходження карбонатного біогенного матеріалу (ракуши, детриту) за останні 50 років збільшилася на $4,3 \text{ млн.т} / \text{рік}$ і в даний час складає $14,7 \text{ млн.т} / \text{рік}$.

В цілому, сумарне надходження осадового матеріалу в Азовське море зменшилася з $36,87 \text{ млн.т} / \text{рік}$ в 1940-1952 рр. до $23,84 \text{ млн.т} / \text{рік}$ в 1987-2000 рр. Серед осадового матеріалу переважають пелітові і мелкоалевритових мули (70% від усього осадового об'єму), а також крупноалевритовий (18%) і піщаний матеріал (12%). Оцінити вплив надходження седиментаційного матеріалу на зростання рівня моря досить складно, у зв'язку зі значною змінливістю величин накопичення опадів в часі і по акваторії моря. Для Чорного моря вплив твердого стоку річок на зростання рівня оцінено

приблизно в 0,06 мм / рік і приблизно на два порядки перевищує величини, характерні для Світового океану [35].

Для Азовського моря, де на порівняно невеликій площі моря акумулюється великий обсяг осаджуваного матеріалу, по даними [53] швидкість накопичення опадів в 1950-1970 рр. становила 0,82-0,91 мм·рік⁻¹, що компенсувалося негативними тектонічними рухами на дні водойми. За іншими оцінками [44], більша частина Азовського моря і Таганрозької затоки є зонами транзиту матеріалу і слабкої акумуляції зі швидкістю від 0 до 0,5 мм·рік⁻¹. У північного і східного берегів Азовського моря виділялися зони стійкого розмиву, з величинами від -1,7 до -2,0 мм·рік⁻¹, і там осадкоутворення взагалі не відбувається. За період інтенсивного підвищення рівня моря 1952-2007 рр., надходження уламкового матеріалу зменшилася на 32%, і, таким чином, твердий стік не може пояснити зростання рівня моря за цей час.

Метеорологічні фактори, що впливають на зміни рівня. Вважається, що значна повторюваність штормових вітрів східних румбів в холодний період року призводить до нахилу рівня поверхні моря, в результаті відгінно-нагінні процесів, в бік підвищення з північного сходу моря на південний захід [54, 55, 56]. Різниця в середньорічних значеннях рівня моря між південно-західним узбережжям (МГС Мисове, Генічеськ) та Таганрозьким затокою (МГС Таганрог, Єйськ) в середньому становить 12-14 см, а в окремі роки доходить до 20-40 см.

Вітрові коливання рівня істотно не впливають на середньо-річні і середньомісячні значення рівня в Бердянську, Темрюк і Маріуполі [54], тому багаторічні зміни рівня на цих пунктах, з урахуванням відповідних тектонічних рухів, можуть характеризувати зміни рівня всього моря. На інших пунктах узбережжя вплив вітрових умов на зміни рівня достатньо важко врахувати. Аналіз вітрових умов, проведений для західній частині моря, виявив зменшення, як швидкості вітру, так і повторюваності сильних вітрів (зі швидкістю 15 м·с⁻¹) нагінних напрямків, особливо в зимовий сезон. Таким чином, в західних пунктах узбережжя моря (Генічеськ, Мисове) зменшення впливів наслідком нагінних вітрів може призводити тільки до зниження середніх значень рівня на цих пунктах, а не до їх зростання.

Підводячи підсумок вищевикладеного, слід зробити висновок про те, що зростання рівня Азовського моря за останні десятиліття не пов'язаний зі змінами в прісній балансі моря, обсязі твердого стоку, вітрових режимах і, мабуть, визначається тенденціями підвищення рівня Світового океану в цілому і Чорного моря зокрема. Безпосередньою причиною цього зростання,

ймовірно, може бути зсування величин складових водообміну через Керченську Затоку, зокрема - зменшення стоку азовських вод ($1,1 \text{ мм} \cdot \text{рік}^{-1}$).

2.4 Синоптична мінливість

Найбільший внесок в діапазоні синоптичної мінливості вносять наганянь зганяння коливання рівня, пов'язані з атмосферними процесами тривалістю від 2-3 до 15 діб [12]. Розвитку відгінно-нагінних коливань рівня Азовського моря сприяють фізико-географічні умови Азовського басейну чимала площа моря (39 тис. км²) при незначній середньої глибині (близько 7 м), а також істотна штормова активність (середнє число днів зі штормовим вітром швидкістю $15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ і більше становить 24-34 дня).

Як показує аналіз спостережень, амплітуди відгінно-нагінних коливань рівня в Азовському морі бувають дуже значи-тільними.

Оскільки наганянь зганяння коливання рівня Азовського моря мають вигляд сейши з одного вузловий лінією, що проходить приблизно через центр моря, то найменші коливання рівня спостерігаються поблизу цієї лінії, тобто в пунктах Бердянськ і Небезпечне (розмах коливань 202-203 см), а найбільші - у віддалених від вузлової лінії пунктах Генічеськ (412см), Єйськ (438см) і Таганрог[3, 26]. У Таганроге, де істотно впливає стік річки Дон, амплітуди відгінно-нагінних коливань максимальна і становить 609 см.

Аналіз зв'язку коливань рівня Азовського моря з атмосферними впливами [12], виявив незначну роль варіацій атмосферного тиску і максимуми функції когерентності між рівнем моря і компонентами вітру на періодах синоптичних (100 годин) і сейшевих коливань (24 години).

Синоптичні умови виникнення аномальних відгінно-нагінних коливань рівня. Для періоду 1950-2007 рр. Вибиралися випадки змін рівня моря, які виходять за межі критических відміток небезпечного явища (ОЯ) і особливо небезпечного явища (ООЯ). За обраним дат (70 випадків) створений масив синхронних вимірювань рівня моря, атмосферного тиску і швидкості вітру. Все синоптичні процеси були зведені до 5 типам [4], визначальним характер вітрового потоку над Азовським морем. Додатково кожен тип може мати до 5 підтипів по градаціях швидкості вітру. З матеріалів спостережень впливає, що тільки поля вітру над морем зі значними величинами градієнта тиску і швидкості вітру ($10-15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ і більше) можуть викликати небезпечні підвищення рівня. Тому з аналізу були виключені атмосферні процеси, які такий сильний вітер не викликають -

наприклад, малоградієнтне баричне поле, незначні циклонічні обурення і т.д., описувані Типом V.

Нижче наведена коротка характеристика типів атмосферних процесів, що викликають аномальні нагання зганяння коливання рівня Азовського моря.

Тип I зумовлений розташуванням антициклону над центральними районами Європи. У південно-східній частині Чорного моря, знаходиться під впливом депресії, розвивається циклонічна діяльність. Такий атмосферне процес сприяє виникненню над Азовським морем полів вітру східного, північно східного і північного напрямків.

Шторми зі швидкістю вітру $10-15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ можуть спостерігатися в будь-бій місяць року, а зі швидкістю $15-20 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ - тільки в зимовий сезон. Час дії цього типу значно і нерідко досягає двох тижнів, причому градації швидкості вітру при цьому можуть змінюватися декілька разів. Східні та північно-східні вітри виникають на Азовському морі при широтному розташуванні ізобар і збільшенні баричних градієнтів до 2-3 мб на 1000 км. Штормову силу вітер набуває, якщо різниця атмосферного тиску між Маріуполем і мисів перевищує 3-4 мб [57]. За період 1950-2007 рр. атмосферні процеси типу I привели в зимовий сезон до 10 випадків небезпечних відгінно-нагінних коливань рівня. Три випадки (25-30/04/1964, 02-08 / 01/1969, 07-10 / 03/1970) супроводжувалися значним збитком (рис. 4.1.8 - 4.1.9).

При синоптичних процесах I типу, що породжують поле північно-східного вітру зі швидкістю $10-15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, небезпечні зниження рівня спостерігаються в Приморсько-Ахатарске (спад на 60-90 см) і в Маріуполі (50-60см). У Таганрозі значні спади рівня спостерігаються при швидкостях вітру $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ і вище. Крім того, якщо північно-східний вітер в Таганрозькій Затоці відхиляється з течій часу на схід, то навіть помірне вітрове вплив (Середня швидкість вітру $10-12 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$) включає в Таганрозі значимий спад рівня (до 2-3 м). При цьому підйом рівня в західній частині моря (Генічеськ) може досягати 120 см.

Якщо антициклон поширюється і на північний Кавказ, то над Азовським морем переважає поле східного вітру. такі ситуації зазвичай більш тривалі за часом, ніж попередні. Виявлено 11 випадків небезпечних відгінно-нагінних коливань рівня, викликаних такими атмосферними процесами. характерний випадок з досить однорідним над морем полем вітру східного напрямку ураганної сили спостерігався 3-8 січня 1969 р. Градієнт тиску над Азовським морем досягав 7 мб на 1 широти. Середня швидкість вітру на більшості пунктів узбережжя спостерігалася в діапазоні $20-28 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, у східного узбережжя моря (Єйськ, Приморсько-Ахтарськ) вона досягала $34 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Відгінно-нагінних коливань екстремальних амплітуд захопили весь Азовський басейн і були викликані як значною швидкістю вітру, так і тривалістю його дії.

Як правило, в результаті такого вітрового впливу відбуватися затоплення західного узбережжя моря (р-н Генічеська, північна частина Арабатської стрілки) і осушення мілководдя на сході моря (Ясенський затоку, Бейсузького і Ахтарського лимани).

Слід зазначити, що в Темрюкі і небезпечний при такому атмосферному процесі, сильних відгінно-нагінних коливань практично ніколи не відбувається при будь-якій швидкості вітру. У Приморско-Ахтарську і Маріуполі спади рівня, а в Генічеську нагону (120см), будуть спостерігатися майже завжди, якщо середня швидкість вітру змінюється в межах $10-15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. При посиленні вітру до $20 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ і вище, коливання рівня охоплюють майже весь басейн моря. При цьому на східному узбережжі спостерігаються небезпечні спади рівня (найбільш екстремальні в Приморско-Ахтарську і Таганрозі), а на західному узбережжі значний підйом і затоплення узбережжя (Генічеськ). Тривалість стояння рівня на екстремальних позначки при таких процесах на берегових пунктах західного і східного узбережжя моря може досягати 2-5 діб.

Тип II характеризується тим, що циклонічна діяльність розвивається над районом Балтійського моря, улоговина циклону направлю на Балканський півострів або на північний захід Чорного моря. Кавказ і Мала Азія зайняті областю високого тиску, під впливом якої знаходиться південний схід Чорного моря. Для цього типу характерні південно-західні вітри над усім Азовським морем. Якщо в улоговині над півднем України або над Кримом розвивається циклон, тоді переважає південний (в 80% випадків), рідше південно східний вітрової потік над морем. Час дії сильних вітрів цього типу не перевищує 1 добу.

Всього виділено 5 випадків поля вітру південних і південно-західних напрямків, в одному з цих випадків швидкість досягала $15-20 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Як показав аналіз, при швидкостях вітру, що перевищують $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, відбуваються згони в Небезпечний (60-70 см), і зганяння підвищення рівня в Маріуполі (60-100 см). При цьому на східному узбережжі моря спад рівня в Темрюк і підйом в Єйську і Ясенської переправи незначні.

Тип III Північно-західний і західний потік над Азовським Морем викликаний циклонічної діяльністю над Європейською частиною СНД, а над Західною Європою розташований антициклон з відрогом на Балканський півострів і Чорне море. Західний Казахстан і Західна Сибір знаходяться під впливом малопотужних антициклонів.

Якщо циклони переміщуються із заходу і північного заходу, то в цьому випадку над морем формується поле північно-західного вітру слідує відзначити, що стійкий сильний північно-західний вітрової потік спостерігався відносно рідка, і значні швидкості вітру, що перевищують 20 м / с, як правило, були пов'язані з проходженням через центральну частину моря глибоких циклонів. зазвичай, в 81% випадків, циклонічна діяльність розвивалася над центральними районами Європи, і циклони проходили над півднем України, генеруючи західні вітри з відхиленнями на північний захід і північний захід.

Якщо циклони переміщуються із заходу і північного заходу, о в цьому випадку над морем формується поле північно-західного вітру. Слідує відзначити, що стійкий сильний північно-західний вітрової потік спостерігався відносно рідка, і значні швидкості вітру, що перевищують 20 м / с, як правило, були пов'язані з проходженням через центральну частину моря глибоких циклонів. зазвичай, в 81% випадків, циклонічна діяльність розвивалася над центральними районами Європи, і циклони проходили над півднем України, генеруючи західні вітри з відхиленнями на північний захід і північний захід.

Глибокі циклони зі значними градієнтами тиску, породжують західний вітровий потік зі швидкістю вітру $15-20 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, відзначаються в зимовий період (грудень-січень). Час дії сильних вітрів західного напрямку обмежена і рідка перевищує одну добу. В результаті їх дії виникають згінні явлення на західному узбережжі моря, найбільш сильно виражені в Генічеську. Тут амплітуди падіння рівня зазвичай лежать в межах 80-110 см. У той же час, згони в Мисовом і Небезпечний менш помітні. Падіння рівня тут рідка перевищують 50 см. На східному узбережжі зганяння явища спостерігатимуть завжди на всіх пунктах узбережжя. Максимальні нагону (1,5-2 м) при сильних західних вітрах відзначаються в Приморсько-Ахтарську, Ясенської переправі і Таганрозі. У Маріуполі та Бердянську підйом рівня незначний (20-75 см). Слід зазначити, що в результаті відносять короточасного вітрового впливу рівень знаходиться на екстремальних відмітках нетривалий час, зазвичай не більше 1 доби.

Синоптичні ситуації, що викликають північні і північно - західні шторми, спостерігаються порівняно рідка. Найбільші швидкості вітру північно-західного напрямку, як правило, виникають при зміщенні глибоких середземноморських циклонів з Чорного моря через центр Азовського моря. В такому випадку напрямок вітру швидко змінюється, в основному східні і північно-східні вітри змінюються північними, а потім північно-західними і західними, які і переміщують масу води, що скупчилася на південно- заході і

заході моря, на південний схід. Значні нагону можливі на півдні-сході моря, в Темрюк, і особливо в Приморско-Ахтарську, де висота нагонів перевищує середньомісячний багаторічний рівень на 56-197 см.

Для всього південно-східного узбережжя Азовського моря, особливо поблизу Темрюка, катастрофічні наслідки може викликати проходження через центральну частину моря глибоких

«пірнають» циклонів, що викликають сильний західний чи північно західний вітер. Такі ситуації зі швидкістю вітру, що перевищує $20-25 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ виникають, ймовірно, не частіше, ніж раз в 50 років. достовірно відомо 2 випадки: 28/02-01/03/1914 і 28-29/10/1969 [58]. Південні і південно-західні вітри викликають згони в Небезпечний і Мисовим (до 50см). Швидкий поворот вітру на північні і північно - західні румби призводить до того, що основна маса води міне західне узбережжя моря і переганяється на південний схід. В силу цього, значні зганяння явища від південних вітрів на північно-західному узбережжі моря (Генічеськ) не спостерігаються. Північно- західний і північний вітри значної сили переміщують водні маси в південно-східному напрямку. Висота нагину в р. Темрюк може перевищувати 3 метри зниження рівня на північно-західному побережжі моря будуть також істотні, у Генічеська амплітуда падіння рівня лежить в інтервалі 70-180 см.

Тип IV для цього типу характерно розташування антициклону над Західним Казахстаном і східними районами Європейської частини Росії (відріг антициклону поширюється на західні райони), а Середземне море і південь Балканського півострова зайняті депресією, під впливом якої знаходиться і західна половина Чорного моря. Посилення південно-східного вітру виникає при змішування середземноморського циклону на західну частину Чорного моря. Синоптичні процеси цього типу малостійкі і мають рідкісну повторюваність в порівнянні з іншими типами (приблизно 6% В середньому за рік від загального числа ситуацій).

Досить сильні вітри південно-східного і південного напрямлений можуть спостерігатися тільки в зимовий сезон не частіше ніж 2 рази на рік. Відомий один випадок штормового вітру ($15-20 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), визначеного значні коливання рівня в січні 1968 року. Так як сильний південно-східний вітер над морем тривав незначне час (6-12 годин), а потім змінив напрямок на західне, то схема коливань рівня на море приблизно відповідає типу III. Сильний південно-східний вітер викликав зганяння (54 см) в Небезпечний і нагін (72 см) в Маріуполі. Наступну потім поворот вітру на західні румби, викликав зганяння явища на східному узбережжі моря.

3 МАТЕРІАЛИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА МЕТОДИ ЇХ ОБРОБКИ

Станція Маріуполь є гідрометеорологічною станцією 1-го розряду і знаходиться в Таганрозькій затоки, а її координати є такими – 47⁰26' півн.шир., 37⁰29' східної довготи. Спостереження на станції почалися з 1916 року і продовжуються по теперішній час. Спостереження за рівнем моря виконуються 4 рази на добу, а дані спостережень містяться в таблицях ТГМ.

Для аналізу мінливості рівня моря з таблиць ТГМ обирались середні місячні, максимальні і мінімальні значення рівня моря за кожен місяць року за період спостережень 1985-2016 рр. (Додаток). Наведені в літературних джерелах дані про мінливість рівня в Азовському морі базуються на даних спостережень, які закінчуються 2007 роком, тому представляє інтерес проаналізувати які зміни відбулись в мінливості рівня моря на станції Маріуполь за останні роки. 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 рівня в Азовському морі на прикладі станції Маріуполь.

Для визначення кількісних оцінок мінливості рівня моря різного часового масштабу використовувались стандартні методи статистичної обробки рядів спостережень - програма SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) [59]. Використовувався ретроспективний і порівняльний аналіз особистих досліджень з приведеними в літературних джерелах даних.

4 МІНЛИВІСТЬ РІВНЯ МОРЯ ЗА ДАНИМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА СТАНЦІІ МАРІУПОЛЬ

4.1 Сезонна мінливість рівня моря на станції Маріуполь

За матеріалами спостережень за період з 1985 по 2016 рр. розраховувались середні значення рівня моря які порівнювались з даними за період з 1923 по 2007 рр. [9]. Результати розрахунків представлені на рисунку 4.1.1. З рисунку видно, що за досліджуваний період на станції Маріуполь у всі місяці року рівень моря вище, ніж за багаторічними нормами.

Амплітуда сезонного ходу за досліджуваний період складає 27 см, а за багаторічними даними – 30 см. Максимальний в сезонному ході спостерігається в червні, а мінімальний в жовтні. За багаторічними даними мінімальний в сезонному ході рівень спостерігається в листопаді.

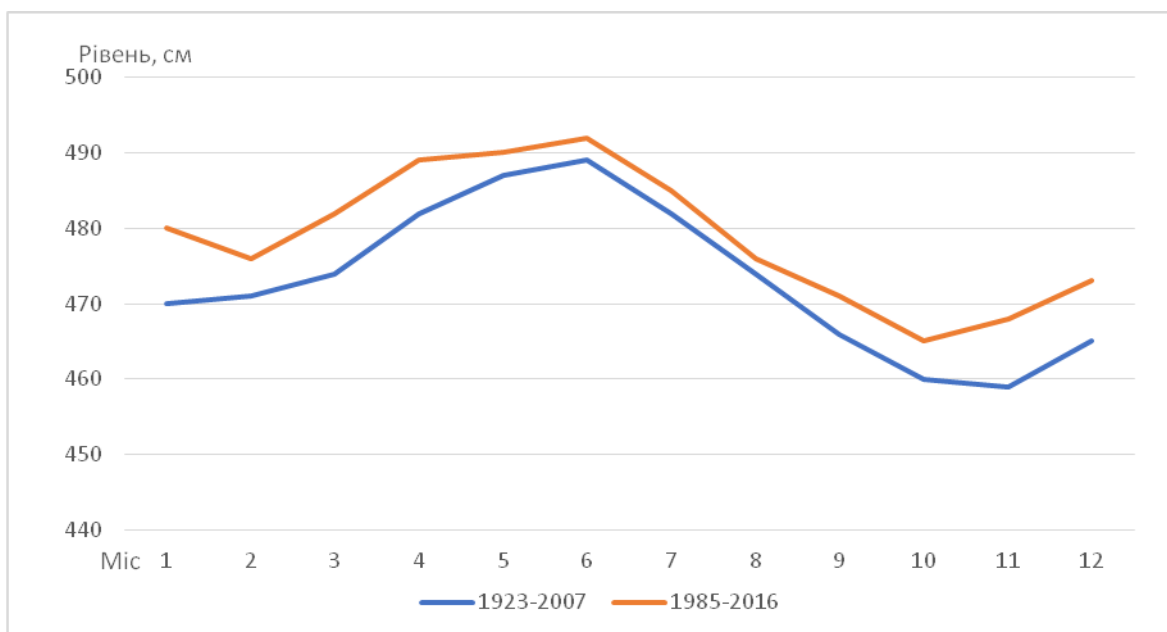


Рис. 4.1.1- Сезонний хід рівня моря на станції Маріуполь за 1985-2016(червоний колір) та за багаторічними рамки 1923-2007(синій колір).

Таблиця 4.1.1 Середній рівень на станції Маріуполь за 1923-2007 рр.[9] та 1985-2016 рр., см

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Період												
1923-2007рр.	470	471	474	482	487	489	482	474	466	460	459	465
1985-2016рр.	480	476	482	489	490	492	485	476	471	465	468	473

З таблиці 4.1.1 видно, що найбільше перевищення рівня моря спостерігається в листопаді - 9см, грудні – 8см, та січні – 10см порівняно з середніми рівнями за 1923-2007 рр.

Для оцінки мінливості сезонних коливань рівня в між річному ході розраховувались також значення середньоквадратичних відхилень для кожного місяця року за різні періоди (Табл. 4.1.2).

Таблиця 4.1.2 Середньоквадратичне відхилення рівня моря (см) за досліджуваний період і за багаторічними нормами.

Місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Період												
1923-2007 рр.	16	15	14	11	11	10	9	8	10	11	14	15
1985-2016 рр.	10	17	13	10	9	9	9	9	10	11	14	11

За досліджуваний період середньоквадратичне відхилення рівня моря знаходяться в межах від 9 до 17 см. Мінімальні значення спостерігаються в літні місяці, а максимальні - в зимові.

4.2 Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь

Для аналізу використовувались середні місячні значення рівня моря за весь період спостережень . Для кожного місяцю будувались графіки між

річної мінливості і розраховувались характеристики лінійних трендів – кутові коефіцієнти і коефіцієнти детермінації. Результати представлені на рисунках (4.2.1-4.2.12) і в таблиці 4.2.

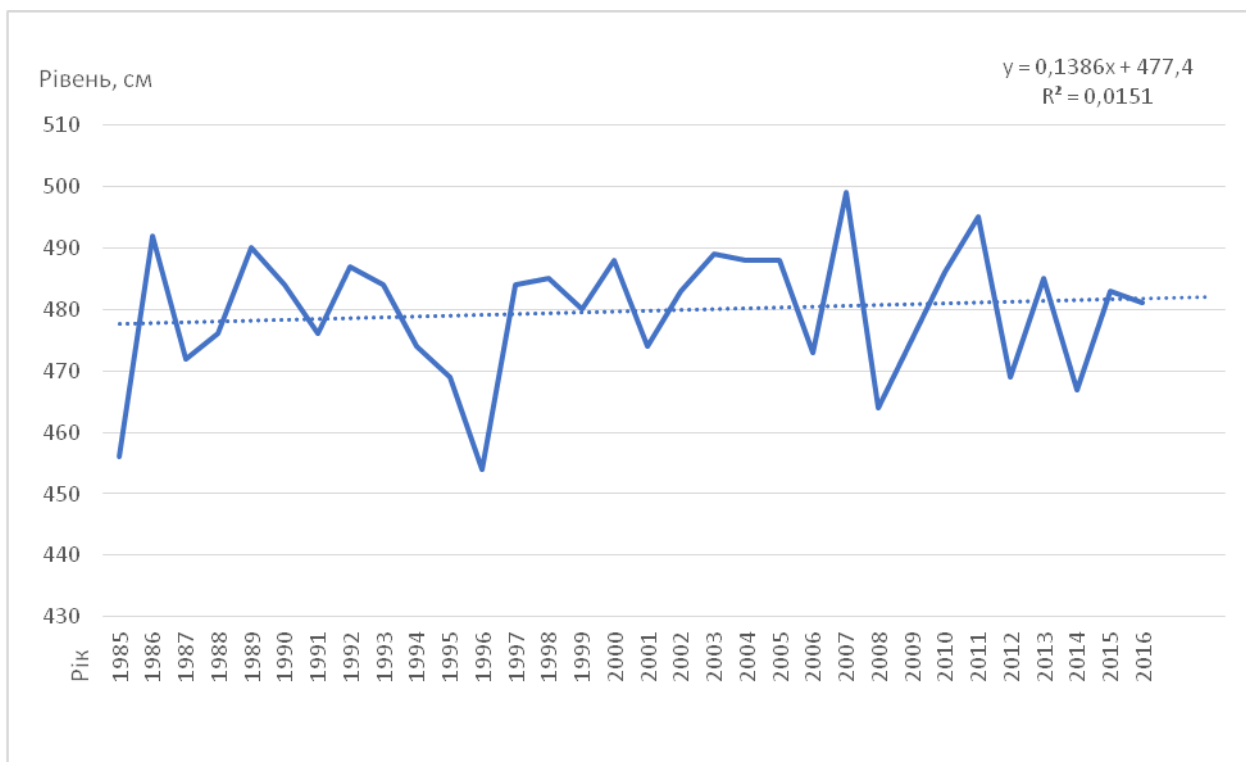


Рис. 4.2.1 - Багаторічна мінливість рівня моря станції Маріуполь у січні.

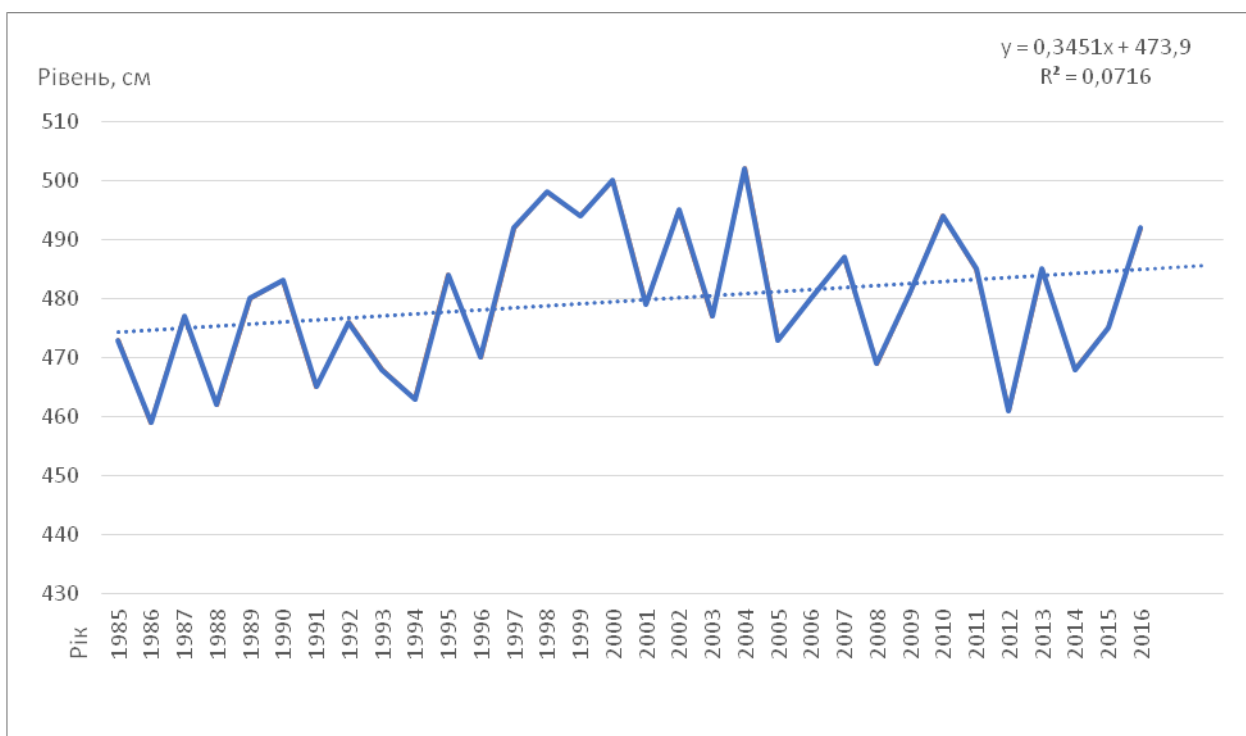


Рис. 4.2.2 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у лютому.

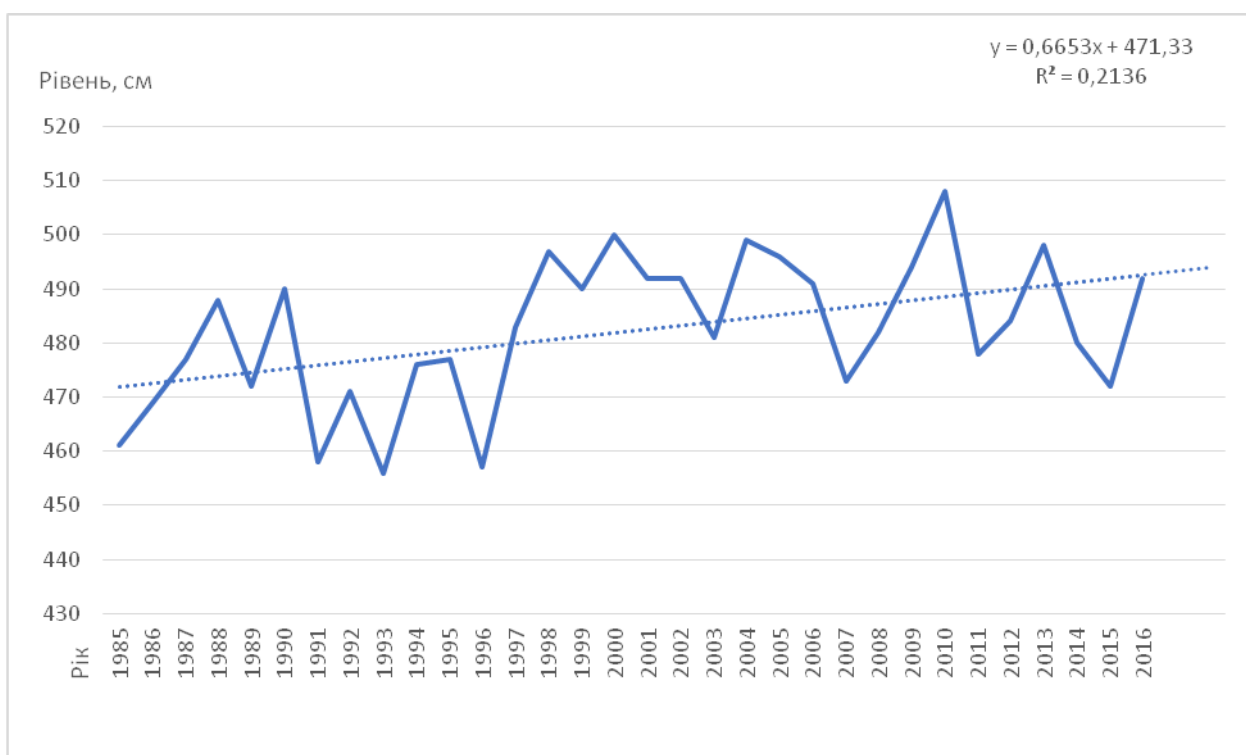


Рис. 4.2.3 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у березні

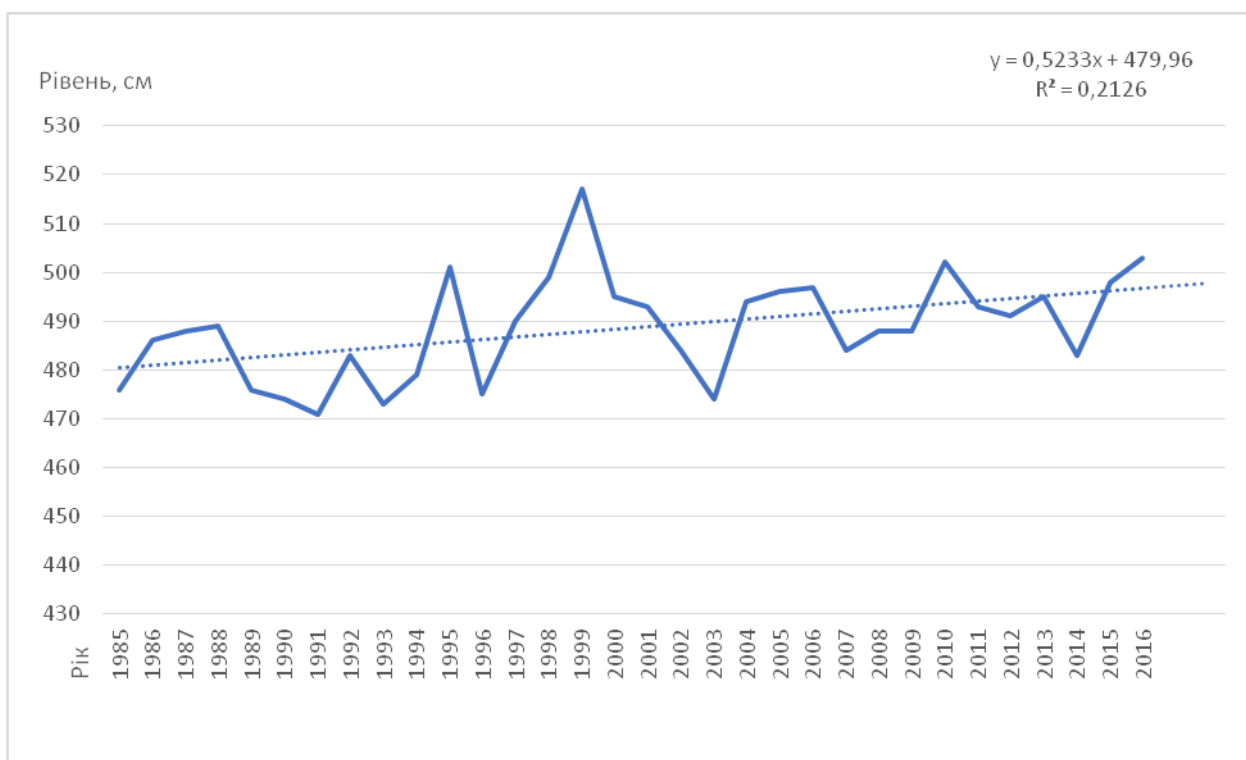


Рис. 4.2.4 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у квітні.

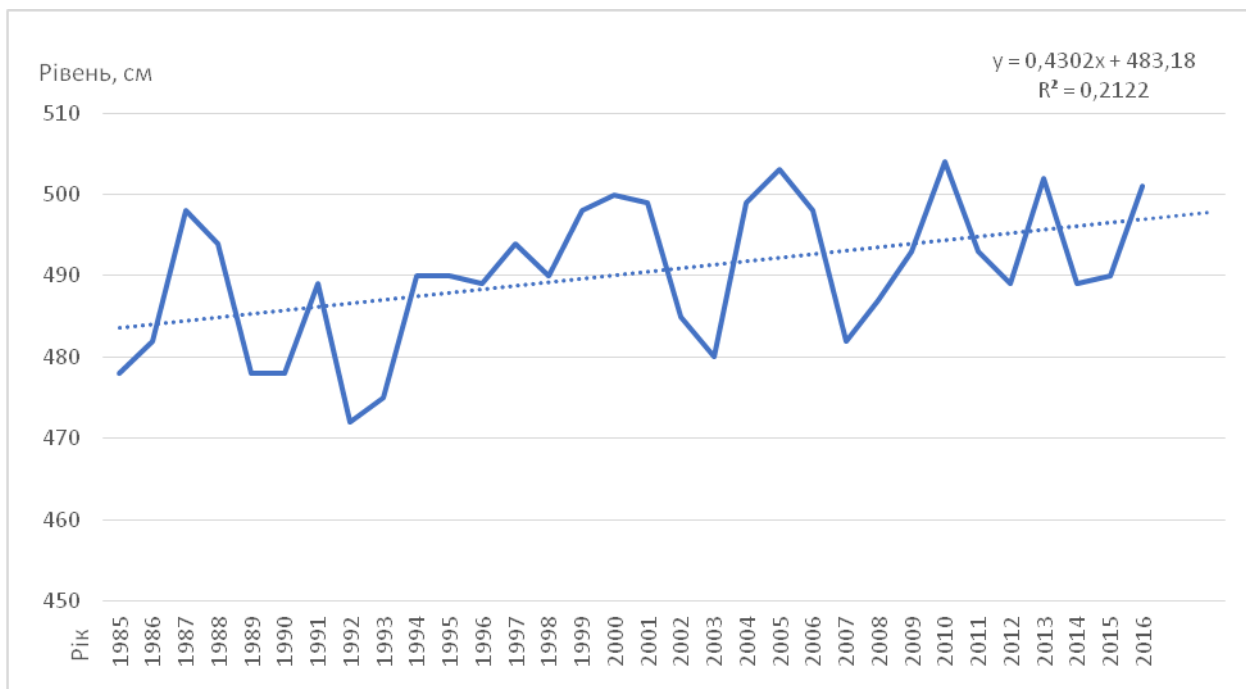


Рис. 4.2.5 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у травні.

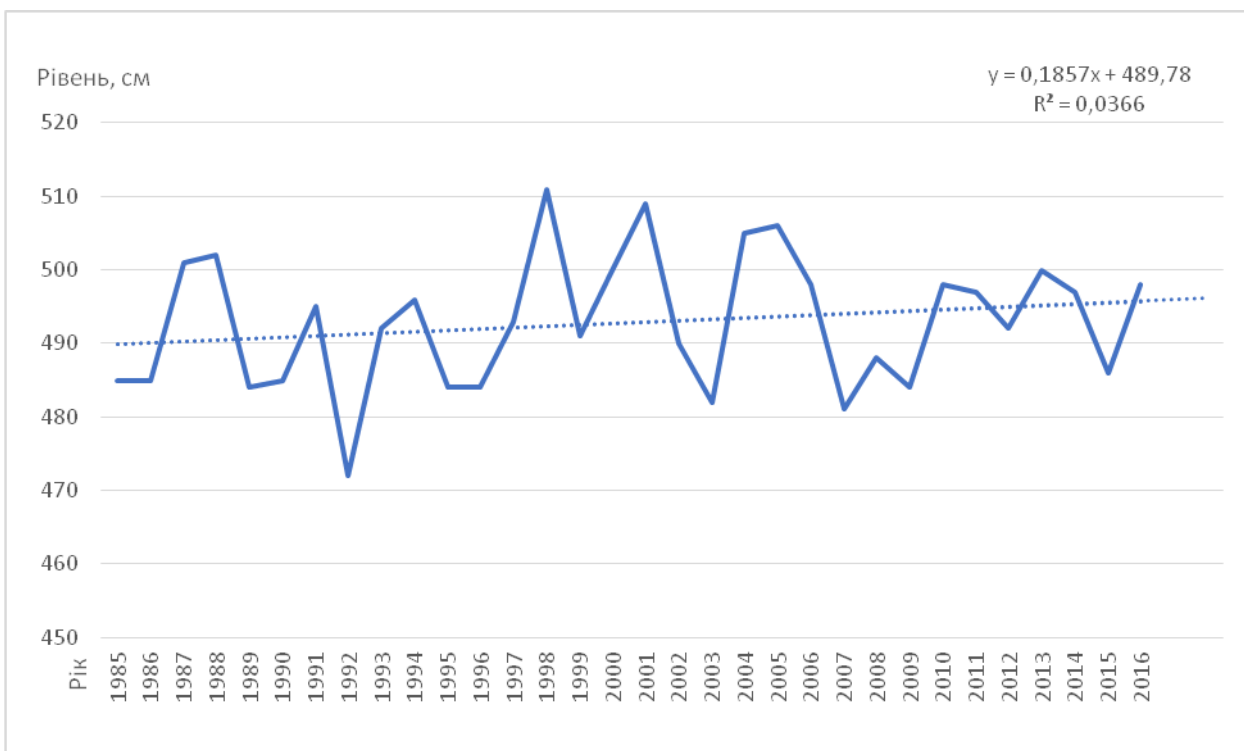


Рис. 4.2.6 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у червні.

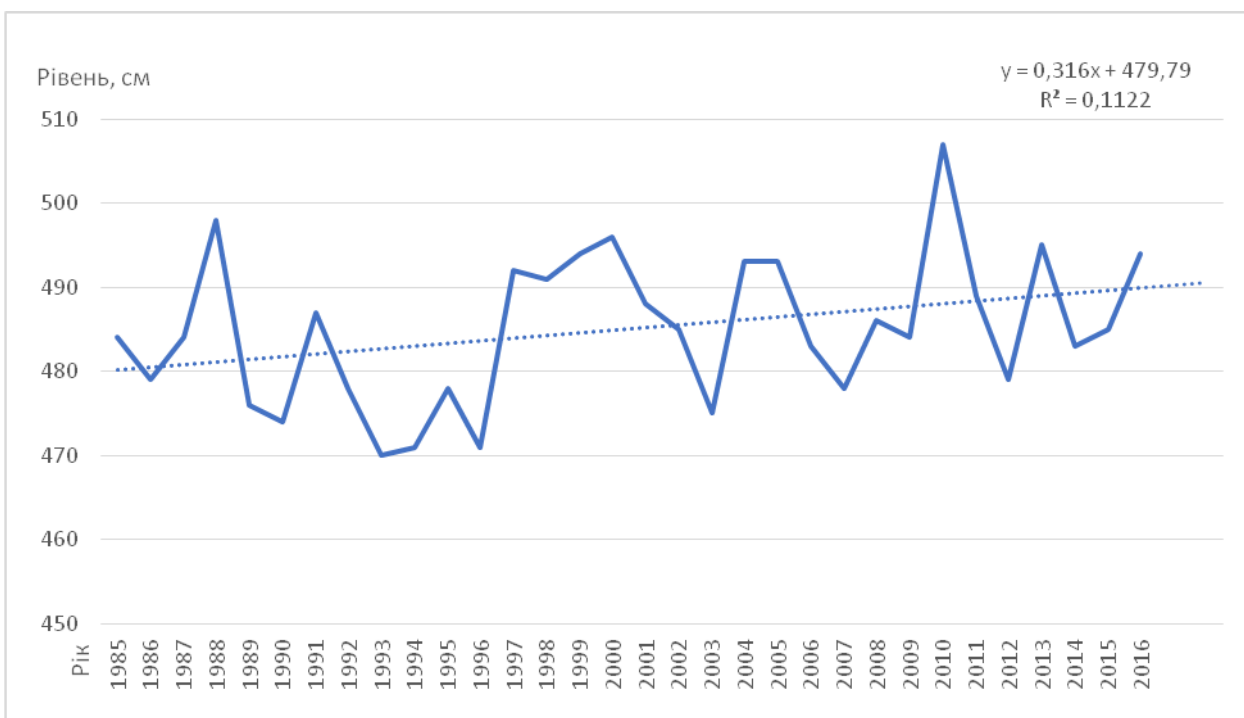


Рис. 4.2.7 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у липні.

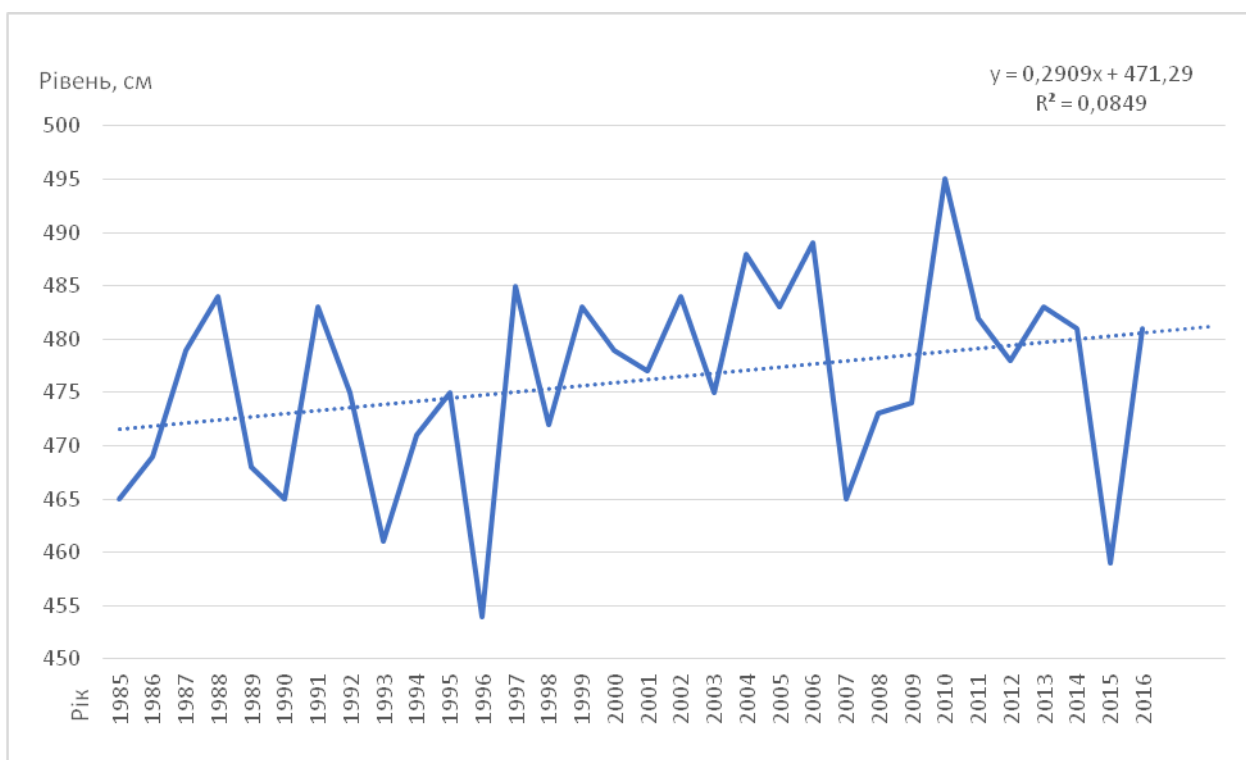


Рис. 4.2.8 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у серпні.

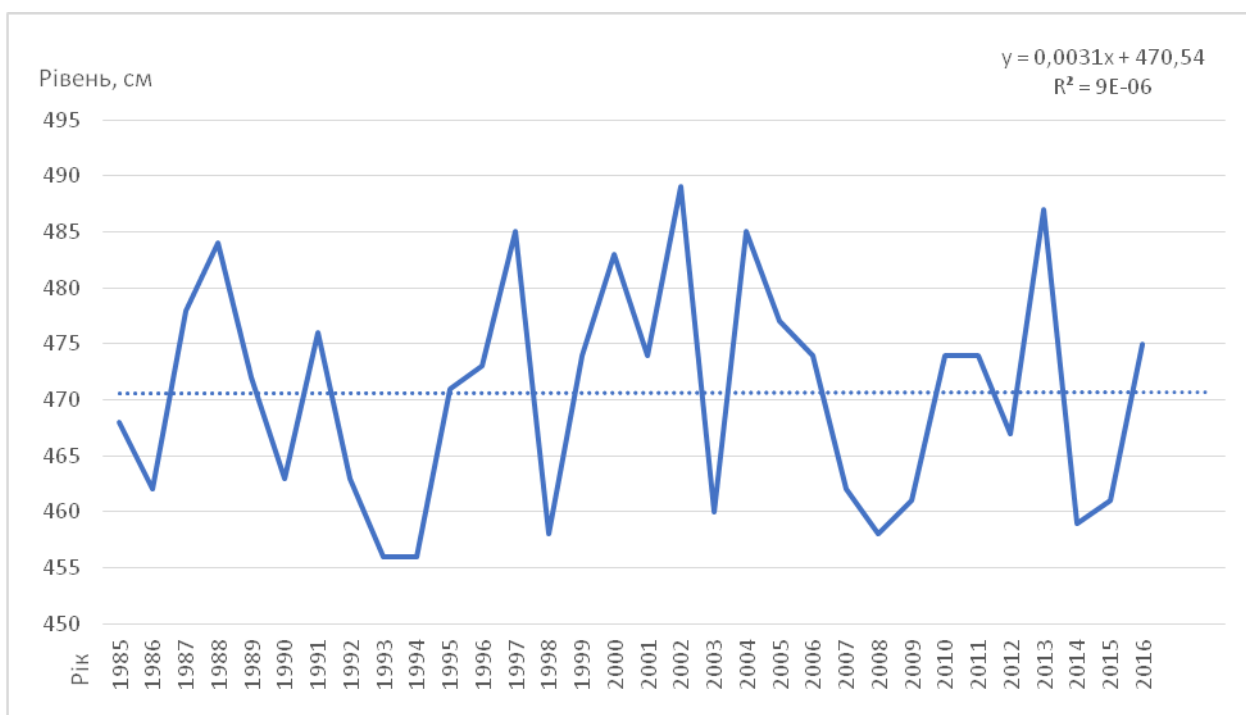


Рис. 4.2.9 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у вересні.

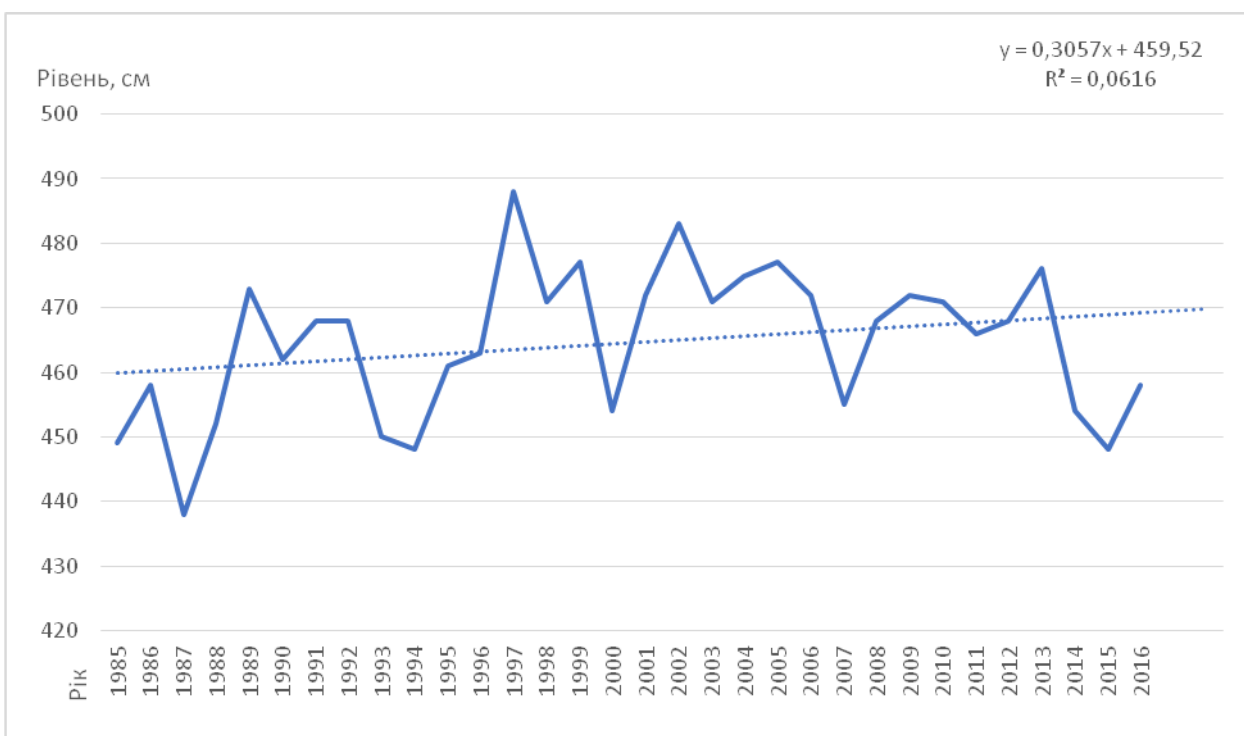


Рис. 4.2.10 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у жовтні.

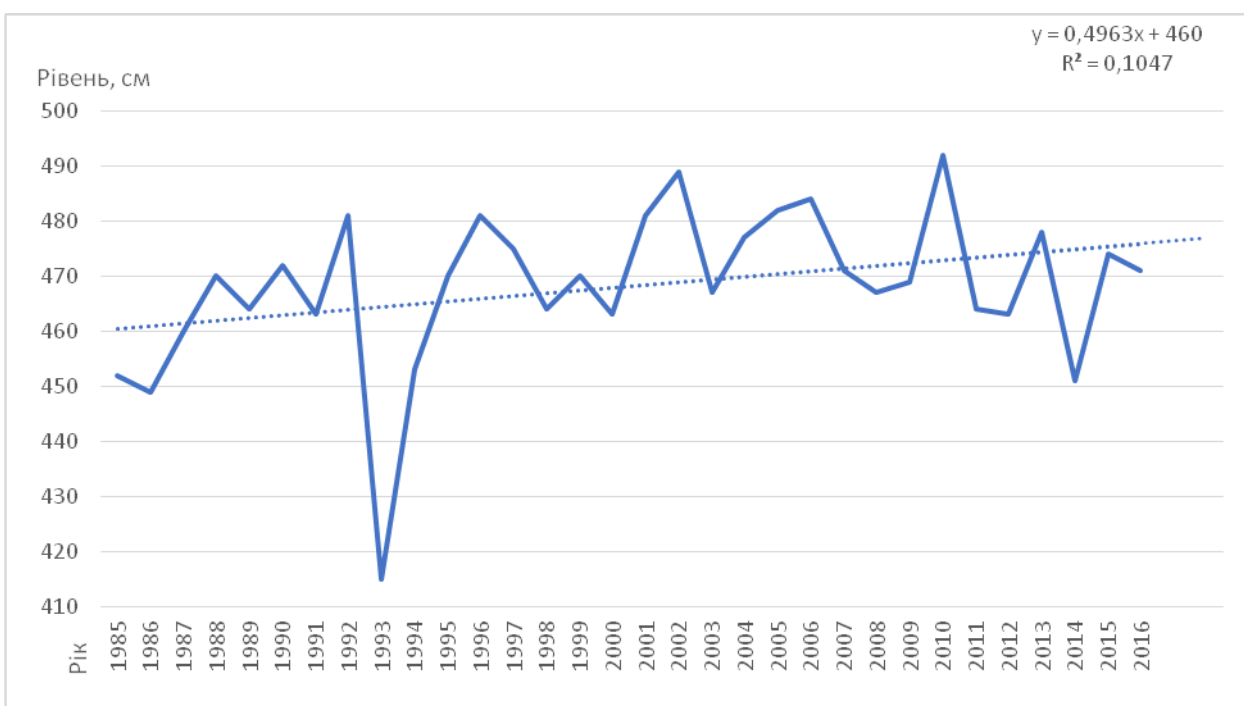


Рис. 4.2.11 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у листопаді.

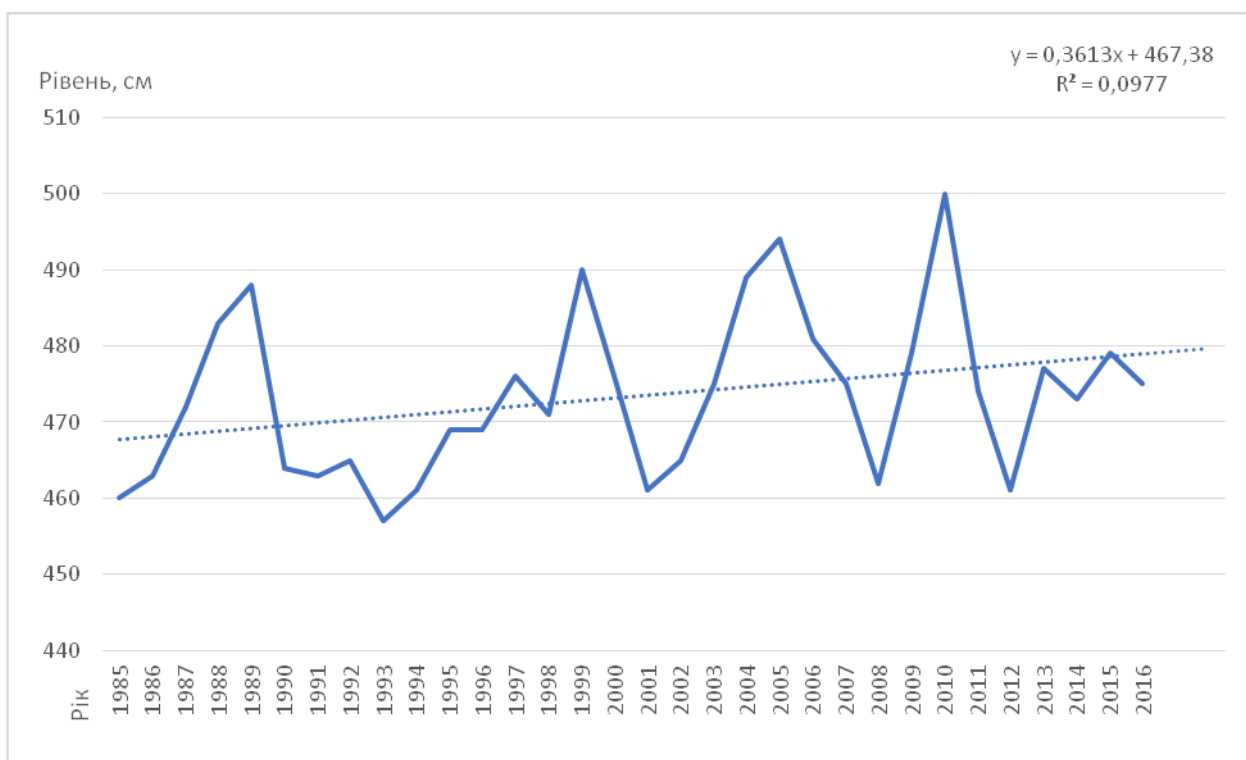


Рис. 4.2.12 - Багаторічна мінливість рівня моря на станції Маріуполь у грудні.

Таблиця 4.2.1 – Характеристики лінійних трендів змін рівня в кожному місяці та за рік (кутовий коефіцієнт, R^2 – коефіцієнт детермінації)

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	За рік
Кутовий коефіцієнт	0.14	0.35	0.67	0.52	0.43	0.19	0.32	0.29	0	0.31	0.50	0.36	0,31
R^2	0.02	0.07	0.21	0.21	0.21	0.04	0.11	0.08	0	0.06	0.1	0.1	0,18
R	0,14	0,26	0,45	0,45	0,45	0,2	0,33	0,28	0	0,24	0,31	0,31	0,42

З аналізу графіків і таблиці можна бачити, що у всі місяці року крім вересня, рівень моря відчуває позитивні тренди. Найбільш значне зростання рівня спостерігається в березні і квітні – з кутовими коефіцієнтами 0,52 і 0,43 відповідно. За середньо річними даними рівень моря на станції Маріуполь зростає з кутовим коефіцієнтом 0,31, тобто за досліджуваній період – з 1985 по 2016 рр., рівень моря підвищився на 10 см. Згідно з [9], за період – з 1923 по 2007 рр., тенденція росту рівня складала 16,2 см. Ці результати свідчать про збереження тенденції зростання рівня за даними спостережень на станції Маріуполь в останні роки.

4.3 Синоптична мінливість рівня моря на станції Маріуполь.

Синоптична мінливість рівня моря проявляється у вигляді відгінно-нагінних коливань, причиною яких є дія вітру. Для оцінки синоптичної мінливості рівня використовуються дані про максимальні і мінімальні строкові значення рівня з таблиць ТГМ за кожен місяць року за весь період спостережень. Для цих значень обчислюються різниці між екстремальними значіннями, які показують розмах синоптичних (відгінно-нагінних) коливань. Результати розрахунків представлено в таблиці 4.3.1.

Таблиця 4.3.1 - Розмах відгінно-нагінних коливань рівня на станції Маріуполь, (см).

Рік/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1985	59	79	36	61	57	57	127	57	79	68	78	56
86	82	74	58	47	45	53	60	47	57	73	63	98
87	86	74	73	139	54	58	45	49	62	130	57	91
88	91	117	83	45	32	54	37	50	119	71	105	85
89	66	74	37	70	79	61	43	51	35	46	106	81
1990	94	60	99	52	74	76	53	44	48	47	46	65
91	76	47	37	64	58	40	40	49	61	46	42	114
92	56	80	49	76	39	48	52	45	43	59	126	79
93	75	108	83	68	57	54	48	50	70	82	216	126
94	46	107	70	53	41	54	56	82	64	77	118	75
1995	94	47	129	88	57	60	41	51	81	60	63	74
96	59	63	85	83	82	51	35	58	96	64	34	105
97	80	107	84	140	51	49	35	55	50	96	45	152
98	119	85	100	89	79	21	58	42	41	82	85	66
99	52	63	49	28	73	38	50	80	84	67	67	80
2000	70	59	75	42	64	79	36	54	92	68	40	68
01	90	52	101	70	59	80	27	34	64	49	87	105
02	65	39	71	50	33	51	40	40	60	72	73	78
03	57	73	47	101	65	47	64	42	62	79	104	60
04	77	89	84	72	107	42	56	70	72	50	81	66
2005	56	142	88	64	37	54	49	52	55	78	49	51
06	92	39	67	52	72	70	56	83	65	42	56	72
07	93	135	55	47	53	66	52	52	73	39	104	47
08	107	52	72	58	56	35	51	28	77	53	74	44
09	52	44	81	56	47	54	26	35	62	57	71	122
2010	97	111	82	55	51	62	56	35	74	102	59	71
11	43	113	92	91	38	70	43	40	51	70	71	64
12	103	82	64	54	56	43	62	53	34	64	60	97
13	51	82	82	65	47	47	27	38	47	75	58	85
14	120	84	111	62	55	63	38	49	135	98	64	100
15	71	84	93	76	57	81	42	48	64	62	92	88
2016	60	76	76	75	68	38	38	37	51	103	75	106

За цими даними були розраховані статистичні характеристики синоптичної мінливості рівня моря представлені у таблиці 4.3.2 та на рисунках 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4 – середнє, максимальнє, мінімальнє і середньоквадратичнє відхилення (СКВ).

Таблиця 4.3.2 - Середнє значення розмаху, максимальнє, мінімальнє, та середньоквадратичнє відхилення(СКВ).

Хар/міс	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Середнє	76	79	76	68	57	54	48	50	66	69	77	83
Макс.	120	142	129	140	107	81	127	83	135	130	216	152
Мин.	43	39	36	28	32	21	26	28	34	39	34	44
СКВ	21	27	22	24	16	14	17	13	22	20	34	24

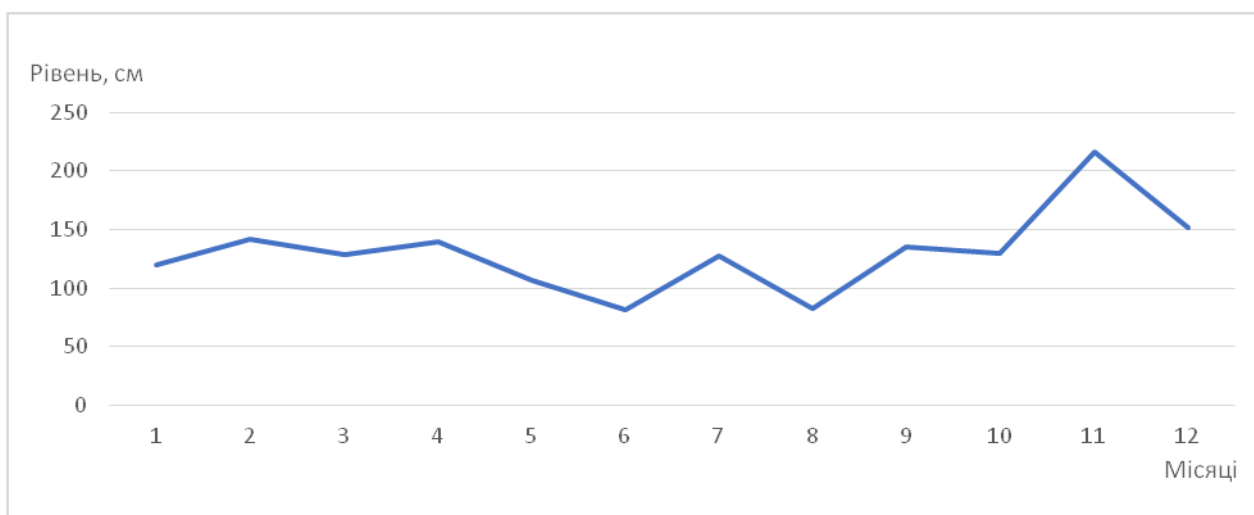


Рис. 4.3.1 - Максимальнє значення розмаху

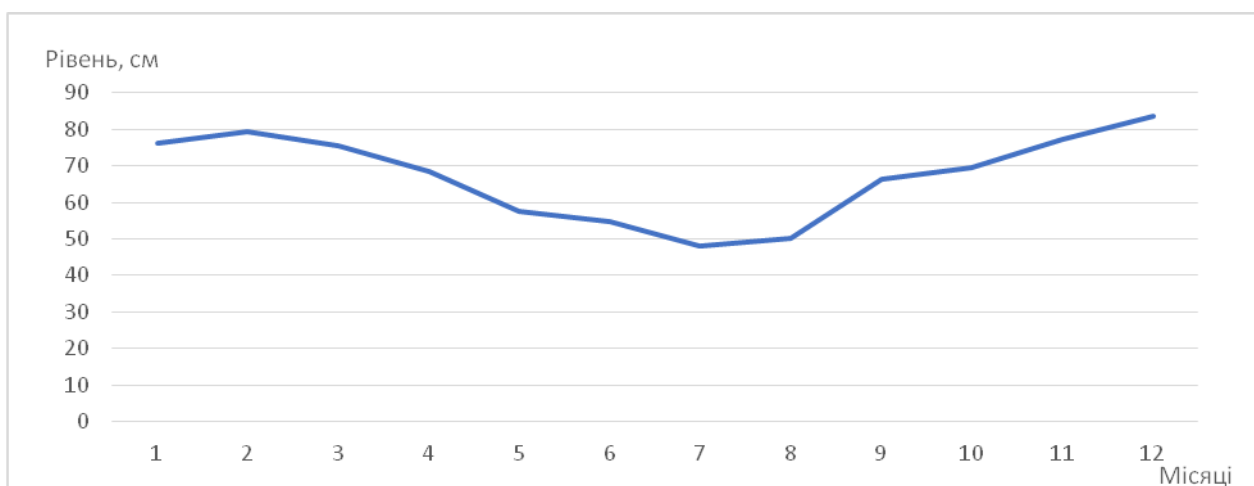


Рис. 4.3.2 - Середнє значення розмаху

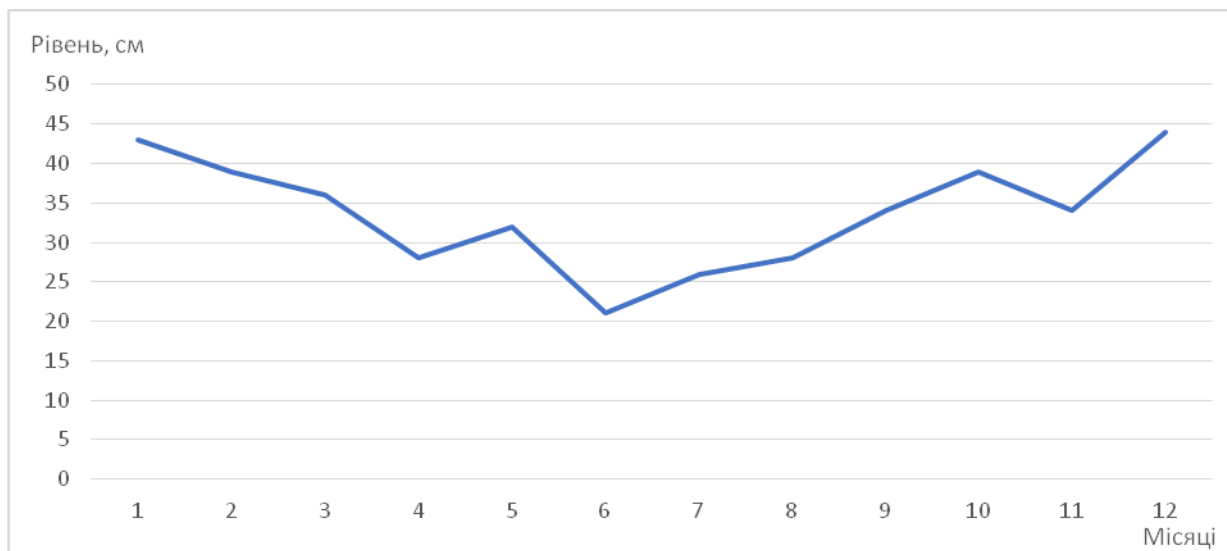


Рис. 4.3.3 - Мінімальне значення розмаху

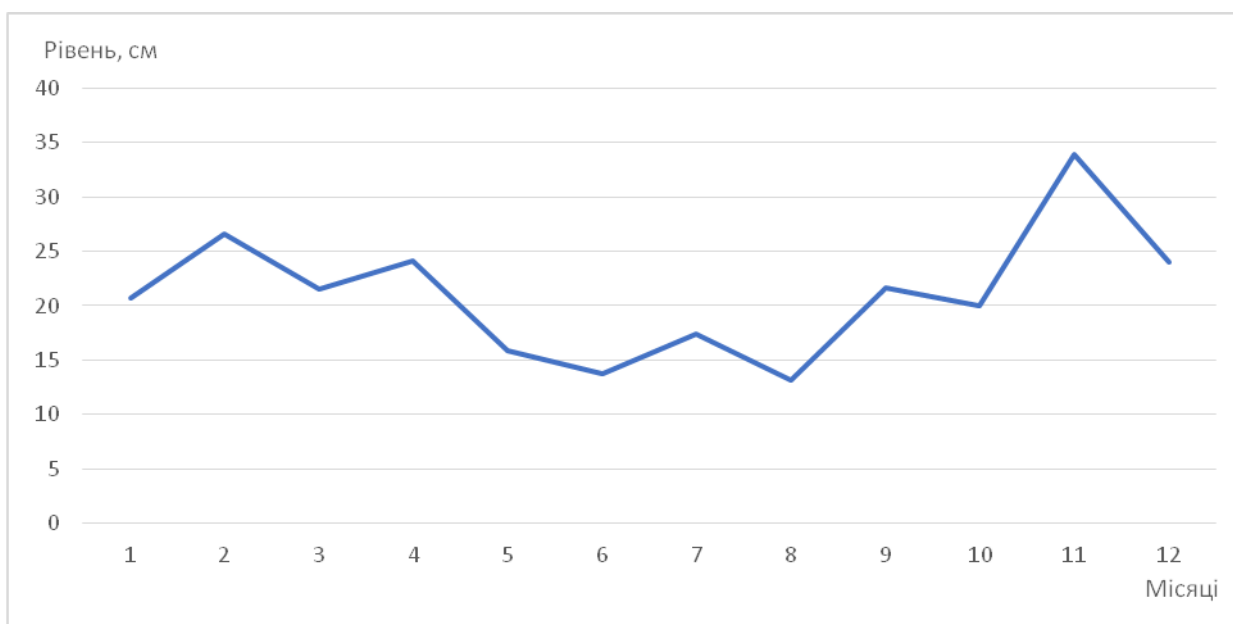


Рис. 4.3.4 - Середньоквадратичне відхилення

Статистичні характеристики мінливості відгінно-нагінних коливань мають сезонний хід – найбільші значення спостерігаються в осінньо-зимовий період, що обумовлено найбільшою повторюваністю потужних вітрів, які викликають відгони і нагони. Найменші значення припадають на літні місяці. За досліджуваний період на станції Маріуполь найбільша

величина відгінно-нагінних коливань склала 216см і спостерігалась в листопаді.

Для море господарської діяльності інтерес представляє знання статистичних характеристик нагонів і відгонів окремо. Тому в таблицях 4.3.3, 4.3.4 представлені значення максимальних нагонів і відгонів за кожен місяць року за досліджуваний період, а також середні максимальні, середніх та мінімальні значення (таблиці 4.3.5, 4.3.6, 4.3.7) відповідно.

Таблиця 4.3.3 - Величини максимального нагону рівня моря (в см) в районі Маріуполь за період 1985-2016 рр.

Міс/рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1985	25	47	12	27	17	32	100	26	52	41	29	31
86	36	32	16	25	17	27	36	24	31	46	41	54
87	49	26	22	79	32	28	16	25	33	35	22	39
88	37	33	48	20	17	41	20	29	73	29	59	40
89	36	24	16	42	33	17	21	24	16	24	53	47
1990	34	39	54	25	34	35	26	17	21	27	22	39
91	41	22	18	32	26	24	14	20	28	39	16	34
92	34	40	18	53	25	21	28	17	16	36	95	51
93	37	45	33	35	29	27	25	23	32	32	132	51
94	19	45	39	31	21	33	25	34	20	21	58	37
1995	34	25	51	59	37	28	14	22	36	32	25	39
96	25	20	34	47	58	15	19	29	32	35	18	39
97	31	77	24	103	29	27	19	20	31	49	12	56
98	53	57	54	38	27	18	38	15	16	40	37	26
99	23	25	23	19	49	16	15	19	34	32	32	29
2000	43	38	43	23	35	53	19	21	45	21	20	33
01	36	26	42	25	31	48	17	16	25	21	58	57
02	23	21	37	24	17	23	15	17	31	35	33	34
03	28	38	20	50	29	25	26	29	21	42	36	26
04	41	141	46	40	44	22	42	28	30	24	52	29
2005	24	65	40	33	21	35	23	22	20	40	20	28

06	45	12	38	23	35	26	22	60	35	15	28	28
07	64	96	19	28	29	34	31	18	41	16	70	19
08	36	21	41	32	23	14	32	14	41	26	45	24
09	27	17	58	28	30	16	9	19	31	37	29	71
2010	33	57	30	18	25	25	15	18	36	48	37	21
11	31	55	40	43	18	48	21	19	28	26	45	33
12	34	27	37	41	28	27	28	28	15	43	25	32
13	24	42	51	22	25	19	14	17	30	24	37	45
14	39	25	60	34	23	40	23	23	94	55	19	62
15	33	33	36	43	33	32	18	26	22	22	54	37
2016	27	36	40	35	22	18	25	19	33	49	40	65

Таблиця 4.3.4 - Величини максимального відгину рівня моря (в см) в районі Маріуполь за період 1985-2016рр.

Міс/рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1985	34	31	24	34	40	25	27	31	27	27	49	25
86	46	42	42	22	28	26	24	23	26	27	22	45
87	37	48	51	60	22	30	29	24	29	95	35	52
88	54	84	35	25	15	13	17	21	46	42	46	45
89	30	50	21	28	46	44	22	27	19	22	53	34
1990	60	21	45	27	40	41	27	27	27	20	24	26
91	32	25	19	32	32	16	26	29	33	37	26	80
92	35	40	31	23	14	27	24	28	27	23	31	28
93	38	63	50	33	29	28	23	27	34	38	84	75
94	27	62	31	22	20	21	31	48	44	56	60	38
1995	60	22	78	29	20	32	27	29	45	28	38	35
96	34	43	51	36	24	36	16	29	64	29	16	66
97	49	30	60	37	22	22	16	35	19	47	33	96
98	66	28	46	51	49	39	20	27	25	42	48	40
99	29	38	26	28	24	22	35	61	50	35	35	51
2000	27	21	32	19	29	26	17	33	47	47	40	35
01	54	26	59	45	28	32	10	18	39	28	29	48
02	42	18	34	26	16	28	25	23	29	47	40	44

03	29	35	27	51	36	22	38	13	41	37	68	34
04	36	48	38	32	63	20	14	42	42	26	29	37
2005	32	77	48	31	16	19	26	30	35	38	29	23
06	47	27	29	29	37	44	34	23	30	27	28	44
07	29	39	36	19	24	32	21	34	32	23	34	28
08	71	31	31	26	33	21	19	14	36	27	29	20
09	25	27	23	28	17	38	17	16	31	20	42	51
201	64	54	52	37	26	37	41	17	38	54	22	45
11	12	58	52	48	20	22	22	21	23	44	26	31
12	69	55	27	13	28	16	34	25	19	21	35	65
13	27	40	31	43	22	28	13	21	17	51	21	40
14	81	59	51	28	32	23	15	26	41	43	45	38
15	38	51	57	33	24	49	24	22	42	40	38	51
2016	33	40	36	40	46	20	13	18	18	54	35	41

Таблиця 4.3.5 - Середні значення відгінно-нагінних коливань, см

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Серед.
Нагін	34,4	40,8	35,6	36,7	28,7	27,9	24,8	23	32,7	32,8	40,5	39,3	33.1
Відгін	41,7	41,6	39,7	32,3	28,8	28	23,3	26,9	33,5	37,3	37,1	44	34.5

Таблиця 4.3.6 - Максимальні значення відгінно-нагінних коливань, см

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Макс.
Нагін	64	141	60	103	58	53	100	60	94	55	132	71	141
Відгін	81	84	78	60	63	49	41	61	64	95	84	96	96

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Мін.
Нагін	19	12	12	18	17	14	9	14	15	15	12	19	9
Відгін	12	18	19	13	14	13	10	13	17	20	16	20	10

Таблиця 4.3.7 - Мінімальні значення відгінно-нагінних коливань, см

Як видно з таблиць величини нагонів і відгонів за середніми даними приблизно співпадають і складають 33-34 см, а за максимальними значеннями вони суттєво відрізняються – величина максимального нагону складала 141 см, а максимального відгону лише 96 см.

Для порівняння відгінно-нагінних коливань рівня на станції Маріуполь за досліджуваний період (1985-2016 рр.) и за багаторічними нормами (1923-2007 рр.) в таблиці 4.3.8 представлені величини розмаху (в см).

Таблиця 4.3.8 - Значення розмаху відгінно-нагінних коливань рівня за різні періоди – 1923-2007 рр. з [9] і 1985 -2016 рр.

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розмах 1923-2007 рр.	212	196	215	174	164	165	206	164	204	197	219	205
Розмах 1985-2016 рр.	145	225	138	163	121	141	141	121	158	150	216	167

З таблиці видно, що за досліджуваний період розмах відгінно-нагінних коливань рівня приблизно співпадає з аналогічними характеристиками за багаторічний період.

ВИСНОВКИ

1. За даними спостережень на станції Маріуполь за період 1985-2016 рр. продовжувалось зростання рівня моря. За середніми річними даними інтенсивність підвищення рівня склала 3,1 мм за рік, тобто за досліджуваний період рівень моря підвищився на 10 см. Найбільш значні величини підвищення рівня спостерігалися в березні і квітні і склали 6.7 мм за рік і 5.2 за рік відповідно.

2. Дослідження сезонних коливань рівня моря на станції Маріуполь показала, що за досліджуваний період у всі місяці року рівень моря вище, ніж за період 1923-2007 рр. Найбільше перевищення рівня спостерігається в січні, листопаді і грудні і склало 10см, 7см, і 8 см, відповідно. Амплітуда сезонного ходу рівня склала за досліджуваний період 27см, в той час як за багаторічними даними вона дорівнює 30см.

3. Розрахунки мінливості відгінно-нагінних коливань рівня моря показали, що найбільші значення спостерігаються в осінньо-зимовий період, що обумовлено найбільшою повторюваністю потужних вітрів, які викликають відгони і нагони. Найменші значення припадають на літні місяці. За досліджуваний період на станції Маріуполь найбільша величина відгінно-нагінних коливань склала 216см і спостерігалась в листопаді. Величини нагонів і відгонів за середніми даними приблизно співпадають і складають 33-34 см, а за максимальними значеннями вони суттєво відрізняються – величина максимального нагону склала 141 см, а максимального відгону лише 96 см.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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., Хрусталеv 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. Водобмен 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. Захарчук Е.А. Об интенсивности колебаний уровня Карского моря в разных временных масштабах // Метеорология и гидрология. 2001. №7. С. 73-88.
11. Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г. Изменчивость мирового океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 261с.
12. Герман В.Х., Левиков С.П. Вероятностный анализ и моделирование колебаний уровня моря. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 229 с.
13. Кропачев Л.Н. Методы предвычисления опасных подъемов уровня Азовского моря // Тр. Океаногр. Комиссии. 1960. Т. 7. С. 136-147.
14. Непериодические колебания уровня моря: Указатель литературы на русском и иностранных языках (1961-1983). М.: Наука, 1986. 56 с.
15. Шереметевская О.И. Прогноз опасных уровней Азовского моря при штормах восточных направлений // Тр. Гидрометцентра СССР. 1972. Вып. 161.
16. Шереметевская О.И. Сгонно-нагонные колебания уровня Азовского моря, методы их расчетов и прогнозов. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1977. 27 с.
17. Герман В.Х. Исследование и расчет вероятностных характеристик экстремальных уровней моря // Тр. ГОИН. 1971. Вып.

110. 151 с.

18. Герман В.Х. Спектральный метод построения уравнения регрессии для расчета непериодических колебаний уровня моря

//Метеорология и гидрология. 1976. №7.

19. Герман В.Х. Об исследовании связи колебаний уровня с полем

атмосферного давления как линейной динамической системы с

постоянными параметрами // Тр. ГОИН. 1974. Вып. 121. – С. 13-21.

20. Герман В.Х. Связь колебаний уровня мелкого моря с вынуждающими силами в синоптическом диапазоне частот // Тр. ГОИН.

1975. Вып. 126. С. 8-19.

21. Еремеев В.Н., Коновалов А.В., Манилюк Ю.В., Черкесов Л.В.

Моделирование длинных волн в Азовском море, вызываемых прохождением циклонов // Океанология. 2000. Т.40, №5. С. 658- 665.

22. Кириллов И.Ф. Опыт применения численного метода для расчета сгонно- нагонных колебаний уровня Азовского моря // Тр.

ГОИН. 1964. Вып. 75.

23. Кириллов И.Ф. Расчет сгонно-нагонных колебаний уровня

Азовского моря // Тр. ГОИН. – 1967. Вып. 80.

24. Овсиенко С.Н. Расчет сгонно-нагонных колебаний Азовского

моря // Тр. Гидрометцентра СССР. – 1972. Вып. 60. С. 55-58.

25. Овсиенко С.Н. Расчет катастрофического нагона у юго-

восточного побережья Азовского моря // Тр. Гидрометцентра

СССР. ф 1973. Вып. 127. С. 33-36.

26. Фомин В.В. Численная модель циркуляции вод Азовского моря

// Научные труды УкрНИГМИ. 2002. Вып. 249. С.246-255.

27. Баяндин В.О., Трапезникова Ю.А. Моделирование климатической изменчивости уровня океана // Метеорология и гидрология.

1993. №12. С. 48-53.

28. Долотов Ю.С., Жиндарев Л.А., Каплин П.А., Лукьянова С.А.,

Никифоров Л.Г., Рычагов Г.И. Развитие песчаных берегов бесприливных морей в условиях колебания уровня моря // Океанология.

2001. Т. 41, №2. С. 292-304.

29. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Горбач С.Б. Ледовый режим Азовско-

го моря в суровые зимы // Тр. УкрНИГМИ. 2000 . Вып. 248. С.

254-258.

30. Клиге Р.К. Изменения уровня океана в истории Земли. Колебания уровня морей и океанов за 15000 лет. М.: Наука, 1982. С. 11-

22.

31. Богуславский С.Г., Кубряков А.И., Иващенко И.К. Изменения

- уровня Черного моря // Мор.гидрофиз.журнал. 1997. №3. С. 47-56.
32. Горячкин Ю.И., Иванов В.А., Степанянц Ю.А. Колебания уровня в северной части побережья Черного моря // Мор.гидрофиз.журнал. 1998. №2. С. 23-29.
33. Куклин А.К., Маньковский В.И., Соловьев М.В., Шабалина О.А. Сезонная и многолетняя изменчивость уровня Черного моря около южного побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа. Севастополь, 2000. С. 94-100.
34. Рева Ю.А. Межгодовые колебания уровня Черного моря // Океанология. 1997. Т. 37, №2. С. 211-219.
35. Горячкин Ю.И., Иванов В.А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее, будущее. Севастополь: Морской гидрофизический институт, 2006. 210 с.
36. Дьяков Н.Н., Фомин В.В. Межгодовые колебания уровня Азовского моря // Тр.УкрНИГМИ. 2000. Вып. 248. С. 248-253.
37. Метревели Г.С., Кучуашвили Н.К. Исследования влияния эвстатического повышения уровня воды на внутренние моря // Метеорология и гидрология. 1987. №8. С. 90-95.
38. Михайлов В.Н., Повалишникова Е.С., Иванов А.А. Многолетние изменения уровней воды в дельте р. Кубани // Водные ресурсы. 2002. Т.29, №2. С. 133-140.
39. Михайлов В.Н., Повалишникова Е.С., Зудилина С.В., Тигунцев Л.А. Многолетние изменения уровней воды в восточной части Азовского моря и на устьевом участке Дона // Водные ресурсы. 2001. Т. 28, №6. С. 645-654.
40. Фомичева В.В. К вопросу об изменчивости уровня Азовского моря // Тр. ЛЮМ ГОИН. 1972. Вып. 11. С. 128-135.
41. Фомичева В.В. Сезонная изменчивость уровня Азовского моря // Тр. ГОИН 1981. Вып. 153. С. 24-32.
42. Благоволин В.П., Победоносцев С.В. Современные вертикальные движения берегов Черного и Азовского морей // Геоморфология. 1973. №3.С. 46-55.
43. Лилиенберг Ю.П. и др. Карта современных вертикальных движений и морфоструктуры Кавказа // В сб.: Проблемы современных вертикальных движений земной коры. М., 1969. – С. 59-60.
44. Хрусталева Ю.П., Щербаков Ф.А. Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. Ростов-на-Дону, 1974. 53 с.

45. Горячкин Ю.И., Репетин Л.Н., Фомичева Л.А. Изменчивость уровня Черного моря в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // Тр. УкрНИГМИ. 2001. Вып. 249. С. 236-245.
46. Белов В.П., Филлипов Ю.Г., Шлыгин И.А. Расчет водообмена через Керченский пролив // Метеорология и гидрология. 1978. №2. С. 52-59.
47. Воронков П.П., Свиташев А.И. Опыт расчета возможной солености Азовского моря в связи с предполагаемыми изменениями его режима // Тр. НИУ ГУГМС СССР. 1941. Сер.V, вып. 2. С. 28- 36.
48. Самойленко В.С. Ближайшее будущее Азовского моря // Тр. ГОИН. 1947. Вып. 6(16). С. 43-99.
49. Соколовский Д.Л. Водный баланс Азовского моря // Известия ГГИ. 1939. №63. С. 29-43.
50. Альтман Э.Н. Исследования водообмена между Черным и Азовским морями // Сб. ЛЮМ ГОИН. 1972. Вып. 11.С. 3-47.
51. Альтман Э.Н. Водообмен через Керченский пролив в условиях зарегулированного стока рек Азовского бассейна // Океанология. 1973. Т. 13, вып. 3. С. 416-423.
52. Сорокина В.В., Ивлиева О.В., Лурье П.М. Динамика стока на устьевых участках рек Дона и Кубани во второй половине 20 века // Вестник ЮНЦ РАН. 2006. Т.2, №2. С. 58-62.
53. Гертман И.Ф. Метод обработки батометрических измерений с целью расчета полей статистических характеристик // Тр. ГОИН. 1986. Вып. 176. С. 37-41.
54. Жиляев А.П. Расчет колебаний уровня Азовского моря // Океанология. 1972. Т. 12, №1. С. 49-56.
55. Родионов Н.А. Особенности гидрологического режима Таганрогского залива при сгонах и нагонах // Тр. ГОИН. 1967. Вып. 89. С. 96-109.
56. Симонов А.И. Оценка влияния сгонно-нагонных явлений на величину годового уровня Азовского моря // Тр. ГОИН. 1961. Вып. 61. С. 116-132.
57. Кропачев Л.Н. Методы предвычисления опасных подъемов уровня Азовского моря // Тр. Океаногр. Комиссии. 1960. Т. 7. С. 136-147.
58. Современный и перспективный водный и солевой баланс южных морей СССР// Тр. ГОИН. 1972. Вып. 108. С. 22-26.
59. Ахим Бююль, Петер Цефель SPSS: искусство обработки информации. Platinum Edition. Москва, Санкт-Петербург, Киев. 602 с.

ДОДАТОК

Таблиця 1

Рік\Місяць	1			2			3			4			5			6		
	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.
85	481	456	422	520	473	520	473	461	437	503	476	442	495	478	438	517	485	460
86	528	492	446	491	459	417	485	469	427	511	486	464	499	482	454	512	485	459
87	521	472	435	503	477	429	499	477	426	567	488	428	530	498	476	529	501	471
88	513	476	422	495	462	378	536	488	453	509	489	464	511	494	479	543	502	489
89	526	490	460	504	480	430	488	472	451	518	476	448	511	478	432	501	484	440
90	518	484	424	522	483	462	544	490	445	499	474	447	512	478	438	520	485	444
91	417	476	441	487	465	440	476	458	439	503	471	439	515	489	457	519	495	479
92	521	487	465	516	476	436	489	471	440	536	483	460	497	472	458	493	472	445
93	521	484	446	513	468	405	489	456	406	508	473	441	503	475	447	503	492	450
94	493	474	447	508	463	401	515	476	445	510	479	457	511	490	470	529	496	475
95	503	469	409	509	484	462	528	477	399	560	501	472	527	490	470	512	484	452
96	479	454	420	490	470	427	491	457	406	522	475	439	547	489	465	499	484	448
97	515	484	435	569	492	462	507	483	423	593	490	453	523	494	472	520	493	471
98	538	485	419	555	498	470	551	497	451	537	499	448	517	490	441	493	511	472
99	503	480	451	519	494	456	513	490	464	498	517	470	547	498	474	507	491	469
0	531	488	461	538	500	479	543	500	468	518	495	476	535	500	471	553	500	474
1	510	474	420	505	479	453	534	492	433	518	493	448	530	499	471	557	509	477
2	506	483	441	516	495	477	529	492	458	508	484	458	502	485	469	513	490	462
3	517	489	460	515	477	442	501	481	454	524	474	423	509	480	444	507	482	460
4	529	488	452	543	502	454	545	499	461	534	494	462	543	499	436	527	505	485
5	512	488	456	538	473	396	536	496	448	529	496	465	524	503	487	541	506	487
6	518	473	426	492	480	453	529	491	462	520	497	468	533	498	461	524	498	454
7	563	499	470	583	487	448	492	473	437	512	484	465	511	482	458	515	481	449
8	500	464	393	490	469	438	523	482	451	520	488	462	510	487	454	502	488	467
9	502	475	450	498	481	454	552	494	471	516	488	460	523	493	476	500	484	446
10	519	486	422	551	494	440	538	508	456	520	502	465	529	504	478	523	498	461
11	526	495	483	540	485	427	518	478	426	536	493	445	511	493	473	545	497	475
12	503	469	400	488	461	406	521	484	457	532	491	478	517	489	461	519	492	476
13	509	485	458	527	485	445	549	498	467	517	495	452	527	502	480	519	500	472
14	506	467	386	493	468	409	540	480	429	517	483	455	512	489	457	537	497	474
15	516	483	445	508	475	424	508	472	415	541	498	465	523	490	466	518	486	437
16	508	481	448	528	492	452	532	492	456	538	503	463	523	501	455	516	498	478

Продовження таблиці 1

	7			8			9			10			11			12		
Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	Макс.	Серед.	Мін.	
584	484	457	491	465	434	520	468	441	490	449	422	481	452	403	491	460	435	
515	479	455	493	469	446	493	462	436	504	458	431	490	449	427	516	463	418	
500	484	455	504	479	455	511	478	449	473	438	343	482	460	425	511	472	420	
518	498	481	513	484	463	557	484	438	481	452	410	529	470	424	523	483	438	
497	476	454	492	468	441	488	472	453	497	473	451	517	464	411	535	488	454	
500	474	447	482	465	438	484	463	436	489	462	442	494	472	448	503	464	438	
501	487	461	503	483	454	504	476	443	507	468	431	479	463	437	497	463	383	
506	478	454	492	475	447	479	463	436	504	468	445	576	481	450	516	465	437	
494	470	447	484	461	435	488	456	423	482	450	414	547	415	331	508	457	382	
496	471	440	505	471	423	476	456	412	469	448	392	511	453	393	498	461	423	
492	478	451	497	475	446	507	471	426	493	461	433	495	470	432	508	469	434	
490	471	455	483	454	425	505	473	409	498	463	434	499	481	465	508	469	403	
511	492	476	505	485	450	516	485	466	537	488	441	487	475	442	532	476	380	
529	491	471	487	472	445	474	458	433	511	471	429	501	464	416	497	471	431	
509	494	459	502	483	422	508	474	424	509	477	442	502	470	435	519	490	439	
515	496	479	500	479	446	528	483	436	475	454	407	483	463	423	509	476	441	
505	488	478	493	477	459	499	474	435	493	472	444	539	481	452	518	461	413	
500	485	460	501	484	461	520	489	460	508	483	436	522	489	449	499	465	421	
501	475	437	504	475	462	481	460	419	513	471	434	503	467	399	501	475	441	
535	493	479	516	488	446	515	485	443	499	475	449	529	477	448	518	489	452	
516	493	467	505	483	453	497	477	442	517	477	439	502	482	453	522	494	471	
505	483	449	549	489	466	509	474	444	487	472	445	512	484	456	509	481	437	
509	478	457	483	465	431	503	462	430	471	455	432	541	471	437	494	475	447	
518	486	467	487	473	459	499	458	422	494	468	441	512	467	438	486	462	442	
493	484	467	493	474	458	492	461	430	509	472	452	498	469	427	550	479	428	
522	507	466	513	495	478	510	474	436	519	471	417	529	492	470	526	500	455	
510	489	467	501	482	461	502	474	451	492	466	422	509	464	438	507	474	443	
507	479	445	506	478	453	482	467	448	511	468	447	488	463	428	493	461	396	
509	495	482	500	483	462	517	487	470	500	476	425	515	478	457	522	477	437	
506	483	468	504	481	455	553	459	418	509	454	411	470	451	406	535	473	435	
503	485	461	485	459	437	483	461	419	470	448	408	528	474	436	516	479	428	
519	494	481	500	481	463	508	475	457	507	458	404	511	471	436	540	475	434	