

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

На засіданні групи забезпечення  
спеціальності

від « 29 » березня 2022 року  
протокол № 7

Голова групи Олександр Цакірзанова Ж.Р.

УЗГОДЖЕНО

Декан (директор)

Гідрометеорологічного інституту

Овчарук В.А.

(назва факультету, прізвище, ініціали)

**СИЛЛАБУС**

Загальна гідрологія, розділ « Фізична океанологія »

( назва навчальної дисципліни )

103 Науки про Землю

(шифр і назва спеціальності)

ОПП Гідрометеорологія

(назва освітньої програми)

Бакалавр

( рівень вищої освіти )

заочна

( форма навчання факультету )

III

( рік навчання )

4 (120 год.)

( семестр навчання )

Іспит

( форма контролю )

Океанології та морського природокористування

( кафедра )

Одеса, 2022

Автор:

Гаврилюк Раїса Володимирівна, доцент кафедри океанології та морського природокористування, канд.геогр.наук, доцент, ст. наук співробітник

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри океанології та морського природокористування

Протокол № 12 від «7.02» 2022 року.

Викладачі: Лекційний модуль, практичний модуль – Гаврилюк Раїса Володимирівна, доцент кафедри океанології та морського природокористування, канд.геогр.наук, доцент, ст. наук співробітник

#### Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Мета дисципліни - надати студентам зі спеціальності «Науки про Землю», знання які будуть необхідні при подальшому вивченні дисциплін, пов'язаних з дослідженням стану атмосфери, гідросфери, літосфери та процесів в них і Земній екосистемі в цілому, а також в подальшій роботі за фахом.
Компетентність	<b>К23. Здатність застосовувати базові знання про природні води (суши та океану), їх властивості та загальні закономірності гідрологічних і океанічних процесів та явищ у взаємозв'язку з процесами в атмосфері, літосфері та біосфері.</b>
Результат навчання	<b>ПР24 Володіти методами вивчення водних об'єктів та визначити параметри гідрологічного режиму річок, водойм, окремих акваторій Світового океану та розрахувати їх кількісні характеристики.</b>
Базові знання	Базові знання про основні аномальні властивості морської води, їх причини та наслідки (що формують особливості погоди та клімату екосистеми Земля); деякі механізми саморегуляції в системі Океан – атмосфера; загальне уявлення про хвилі в морському середовищі, їх особливості розповсюдження; причини виникнення та значення течій у перерозподілі енергії Сонця; перспективні напрямки досліджень, пов'язані з кліматичними та екологічними питаннями.
Базові вміння	На основі збору, обробки, аналізу і систематизації гідрофізичних, гідрохімічних та інших характеристик вміти розраховувати щільність морської води, швидкість звуку у морському середовищі, адіабатичні зміни температури води, представляти у графічній формі результати розрахунків; робити аналіз одержаних результатів, знаходити області використання набутих навичок чи результатів розрахунків в прикладних задачах екології; знаходити недоліки результатів розрахунків чи принципів підходу до питання, використовуючи набуті теоретичні знання (науковий аспект аналізу).
Базові навички	Ставити задачу, обробляти, та представляти у графічній формі результати розрахунків гідрологічного режиму

	окремих акваторій Світового океану, робити аналіз одержаних результатів, знаходити області використання набутих навичок чи результатів розрахунків в прикладних задачах екології; знаходити недоліки результатів розрахунків чи принципів підходу до питання, використовуючи набуті теоретичні знання.
Пов'язані силлабуси	«Загальна гідрологія», розділ «Фізична гідрологія» (4 кредити)
Попередня дисципліна	Фізика
Наступна дисципліна	Немає
Кількість годин	Лекцій: 1 Практичних занять: - Консультацій: 4 Самостійна робота студентів: 115

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1 Лекційні модуль

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ -Л1	<b>Склад та основні властивості вод Світового океану</b>		
	1. Світовий океан та морфологія океанічних басейнів.		5
	2. Склад та основні фізичні властивості морської води.		10
	3. Акустичні властивості морської води		10
ЗМ –Л2	4. Перемішування та обмін в Океані.		10
	5. Хвилі в Океані.		15
	6. Припливи.		10
	7. Течії в Океані.		10
	Настановні лекції	<b>1</b>	
	<b>Іспит</b>		<b>10</b>
	<b>Разом</b>		<b>80</b>

Консультації: згідно з розкладом консультаційної сесії або за електронною поштою викладача [raiisagavr@gmail.com](mailto:raiisagavr@gmail.com)

## 2.2 Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ -П1	<b>Визначення певних характеристик морської води за даними стандартних спостережень.</b>  1. Розрахунки умовного питомого об'єму і густини морської води та аналіз розподілу по глибині.  2. Обчислення потенційної температури морської води та її використання.		10
			5
ЗМ –П2	<b>Розповсюдження звуку в морській воді. Геострофічні течії в океані.</b>  1. Розрахунки швидкості розповсюдження звуку в морській воді.  2. Розрахунки геострофічних течій за допомогою динамічного методу.		10
			10
	Разом:		35

Консультації: згідно з розкладом консультаційної сесії або за електронною поштою викладача [raiisagavr@gmail.com](mailto:raiisagavr@gmail.com)

### 2.3. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Результати виконання завдань з самостійної роботи студенти повинні надсилати у особистому профілі курсу «Загальна гідрологія. Розділ Фізична океанологія» для дистанційного навчання бакалаврів зі спеціальності «Науки про Землю» <http://dpt18s.odeku.edu.ua> та [ocean@odeku.edu.ua](mailto:ocean@odeku.edu.ua) до термінів, вказаних у таблиці.

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Вивчення певних тем лекційних модулів	25	Вересень - грудень
	• Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (Проміжний тест 1, обов'язковий)	2.5	
ЗМ-Л2	• Вивчення певних тем лекційних модулів	40	Лютий -квітень
	• Підготовка до модульної тестової контрольної роботи (Проміжний тест 2, обов'язковий)	2.5	
ЗМ-П1	• Вивчення певних тем практичних модулів (обов'язковий) Звіт про виконання практичного завдання.	15	Вересень – грудень
ЗМ-П2	• Вивчення певних тем практичних модулів (обов'язковий) • Звіт про виконання практичного завдання.	20	Лютий-квітень
	Підготовка до іспиту	10	Сесія
	Разом:	115	

Таблиця нарахування балів за опрацювання лекційних і практичних модулів

№	Види завдань	Максимальна кількість балів
ЗМ-Л1	Проміжний тест 1 (обов'язковий)	30
ЗМ-Л2	Проміжний тест 2 (обов'язковий)	30
ЗМ-П1	Практичні завдання за варіантами, наданими в додатках (Обов'язково)	20
ЗМ-П2	Практичні завдання за варіантами, наданими в додатках (Обов'язково)	20

Разом	100
-------	-----

Максимальна кількість балів поточного контролю , яку може отримати студент за виконання всіх завдань становить **100 балів**.



**Методика проведення та оцінювання контрольних заходів є такою:**

1. Для ЗМ-Л1 і ЗМ-Л2 використовується проведення модульних контрольних робіт (проміжних тестів), які складаються з 20 тестових питань з кожного змістовного модулю, а максимальна сума балів, яку може отримати студент за кожний проміжний тест складає 30 (1,5 бали за кожен вірну відповідь).
2. Для ЗМ-П1 і ЗМ-П2 в якості форми поточного контролю використовується перевірка правильності виконання практичних робіт, а максимальна сума балів за кожне завдання складає 20 балів.

**Критерії оцінювання виконання практичного завдання:**

- 1) Відповіді є повними та правильними – 100%, ( 20 балів);
  - 2) Відповіді є правильними, але не повними – 74%, (15 балів)
  - 3) Відповіді не завжди є правильними та повними – 60%, (12 балів),
  - 4) Відповіді не правильні або відсутні – 0% ( 0 балів).
3. Умови допуску до іспиту - більше 20 балів за практичну частину. В екзаменаційному білеті з 20 завдань на розділ «Фізична океанологія» припадає 10 запитань. Кожен тест у контрольній роботі оцінюється в 1 бал. Загальна оцінка підраховується за вірними відповідями, тобто максимальна сума балів на екзамені складає 20, а максимальна оцінка за розділ «Фізична океанологія» складає 10 балів.

### **3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ**

Вивчення розділів курсу рекомендується вести в наступному порядку.

1. Ознайомитися з вимогами програми з даного розділу (теми).
2. Прочитати літературу, що рекомендується (в основному підручник).
3. Відповісти на питання для самоперевірки.

При самостійній роботі над розділами дисципліни передбачені особисті консультації (за допомогою електронної пошти –

**[raiisagavr@gmail.com](mailto:raiisagavr@gmail.com), або [moodle \(http://dpt18s.odku.edu.ua/\)](http://dpt18s.odku.edu.ua/).**

Весь розрахунковий матеріал повинен бути у вигляді таблиць і графіків. Розрахунки проводяться в системі СІ. Результати розрахунків, безсумнівно, повинні бути проаналізовані. В аналізі, крім короткого опису суті роботи, обов'язково приводяться приклади професійних задач, в яких можна використати **навички (теоретичні та практичні)**, одержані в процесі виконання робіт

### **3.1 Модуль ЗМ-Л1 Світовий океан та морфологія океанічних басейнів. Склад та основні фізичні властивості морської води. Акустичні властивості морської води.**

#### **3.1.1. Повчання**

Дисципліна «Загальна гідрологія», розділ «Фізична океанологія» складається з окремих розділів, які логічно пов'язані між собою.

**В першому розділі - «Світовий океан та морфологія океанічних басейнів»** - розглядаються співвідношення площ материків та океанів у різних півкулях та їх нерівномірне розподілення, яке повинно певним чином впливати на формування кліматично – погодних умов, що існують на Земній кулі. Розглядаються відмінності у структурі океанічної кори та материкової, пояснюється на базі концепції ізостації бімодальний характер розподілення висот поверхні Землі. Основні позиції тектоніки плит дозволяють зрозуміти причини утворення елементів рельєфу дна та його особливості. Також аналізуються відомі причини змін рівня океану різних просторово- часових масштабів (температура, солоність, ерозія, кліматичні тенденції змін співвідношень фазового стану води, особливості геодинамічних процесів).

#### **Розділ представлений такими основними темами:**

- Співвідношення площ материків та океанів ;
- Структура океанічної кори та основні елементи рельєфу дна;
- Основні позиції тектоніки плит ;
- Рівень моря в океанічних басейнах.

#### **Питання для самоперевірки**

- Чим відрізняється океанічна кора від материкової і чому?
- Що таке літосферні плити і якого типу вони бувають?
- Що являють собою зони розломів?
- Яка швидкість утворення літосферних океанічних плит в зонах СОХ таякий вік океанічної кори.
- Яка середня глибина Світового океану ?
- Поясніть, що таке вільна поверхня Світового океану і чому її беруть за точку відліку висот і глибин на Землі?
- Як впливають на рівень океану довгострокові зміни середньої

температури води та солоності ?

- Як накопичення ерозійного матеріалу чи льоду можуть змінити рівень океану?

- Як змінюється рівень Світового океану при розростанні (або знищенні) дна ?

### **Література**

[1], стор.7-10, 10- 13, 15-19,

## **В другому розділі розглядається склад та основні властивості води Світового океану**

Водна маса Світового океану має певні хімічні, фізичні властивості. З точки зору їх ролі в житті біосфери Землі, океанська вода може розглядатися як рідка багатоелементна руда. З неї добувають куховарську сіль, калієві солі, магній, бром і багато інших елементів та з'єднань. Перше питання, яке виникає у океанолога при ознайомленні зі складом морської води: сприятлива чи ні її солоність для життя? Перш за все океанська вода, як і ґрунт материків, володіє родючістю. Вона завжди містить елементи, які входять в склад їжі морських зелених рослин. І лише фосфати та іноді нітрати можуть бути в недостатній кількості. Їх вміст залежить, в основному, від циркуляції водних мас по вертикалі.

Мінералізація води — неодмінна умова зародження життя і розвитку біоти в океані. Ультра прісна вода, проникаючи в клітини, впливає на них шкідливо: як сильний розчинник, вона змінює склад протоплазми. Прісноводні організми мають різні пристосування, наприклад, у вигляді водонепроникних слизистих покривів, якими «ізолюються» від середовища. В морській солоній воді осмосний тиск майже такий само, як усередині організму, тому сильного обміну між середовищем і тканинами не виникає. З другого боку, розчини високої концентрації, наприклад дуже солоні води озер, лиманів зовсім вбивають життя. Морська ж вода за мінералізацією є оптимальною для життя.

Океаносфера в одних випадках поглинає гази повітря, в інших заповнює їх недолік в тропосфері. Вона виступає у ролі головного регулятора динамічної рівноваги в планетарному газообміні та є одним з важливих чинників, якими визначається постійність складу атмосфери. Всі фізичні властивості морської води є «позитивно аномальними» та важливими для існування екосистеми Земля. У II- му розділі розглядаються питання, як основні властивості морської води впливають на земний клімат та океанську біосферу в цілому, на хімічні і фізичні процеси.

**Розділ представлений такими основними темами:**

- Будова молекули води. Водневий зв'язок;
- Деякі аномальні фізичні властивості води
- Створення водної та сольової маси Світового океану
- Хімічний склад та солоність морської води

**Питання для самоперевірки**

- Відносно яких речовин вода, як гідрид, має аномальні властивості?
- Чому вода є диполь?
- Завдяки чому молекули води можуть взаємодіяти одна з одною? Як називається цей зв'язок?
- Перерахуйте та поясніть основні аномальні властивості води та їх значення для земної екосистеми.
- Дайте класичне визначення солоності морської води та одиниці її вимірювання.
- Які гази в основному розчинені у морській воді і яким чином їх розчинність залежить від солоності та температури?
- Звідки походять гази, що розчинені в морській воді?
- Поясніть, чому кисню найбільше у верхньому “діючому шарі” океану та в придонному.
- Як пов'язана розчинність вуглекислого газу у морській воді з рН води?

**Література:**

[1], стор.28-31, 32-43

**В третьому розділі розглядаються акустичні властивості морської води**

Звук – єдиний вид енергії, який розповсюджується в океані на великі відстані і тому можна за допомогою звуку досліджувати морське середовище. Розглядається природа звуку в морському середовищі, методи його визначення. Розглядаються питання взаємозалежності звуку від розподілу температури та солоності морської води. Вивчаються також причини формування підводного звукового сигналу, а також процеси рефракції та реверберації звуку.

**Розділ представлений такими основними темами:**

- Природа звуку та методи його визначення;
- Рефракція звуку в морі;
- Затухання (ослаблення) акустичних хвиль в океані;
- Морські шуми в океані.

**Питання для самоперевірки.**

- Дайте визначення явища звуку. Чи можлива передача звуку у вакуумі? Поясніть чому.
- Згадайте формулу І.Ньютона для визначення швидкості звуку в суцільних пружних середовищах та поясніть її вхідні параметри.
- За рахунок якого ефекту відбувається супердалеке розповсюдження звуку у, так званому, підводному звуковому каналі (ПЗК)?
- Що таке рефракція звуку?
- Що таке реверберація звуку ?

Література:

[1], стор.60- 70.

### **3.2 Модуль ЗМ-ПІ**

#### **Тема: Визначення певних характеристик морської води за даними стандартних спостережень.**

Самостійна робота студента заочної форми навчання щодо вивчення ЗМ-ПІ передбачає вивчення певних тем практичних модулів і виконання двох практичних завдань (обов'язкове). За варіантами вихідних даних, наданих кожному студенту окремо, необхідно виконати завдання:

1. «Розрахунки густини морської води за різними рівняннями стану ( або за допомогою океанографічних таблиць ) та їх порівняльний аналіз»

Варіанти вихідних даних і рекомендації по виконанню завдання представлено в [2,4.5].

Метою виконання роботи є визначення питомого об'єму і густини морської води за даними стандартних спостережень за температурою та солоністю по глибині. Перш за все необхідно визначити умовний питомий об'єм морської води на поверхні і ввести поправки на тиск, солоність і температуру на різних горизонтах. Після цього визначається густина морської води на різних горизонтах за допомогою перехідної формули, або за допомогою «Океанологічної таблиці». Після виконання розрахунків необхідно в графічному вигляді показати розподіл з глибиною умовного питомого об'єму і густини, скласти пояснювальну записку і зробити висновки.

2. «Обчислювання адіабатичних змін температури при вертикальному переміщенні частинок води в океані».

Вихідні данні задаються викладачем кожному студенту окремо, а

рекомендації по виконанню завдання представлено в [2,4.5].

За заданою температурою глибинної або донної температури води необхідно знайти її потенційну температуру.

За заданою на одному з верхніх горизонтів температурою води необхідно знайти ту температуру, яку вона набере при опусканні на певну глибину.

Скласти пояснювальну записку.

Питання для самоперевірки:

1. Що таке фізична густина і фізичний питомий об'єм морської води і в яких одиницях вони вимірюються ?
2. Що таке умовна густина і умовний питомий об'єм морської води і в яких одиницях вони вимірюються?
3. За якими параметрами морського середовища визначають густину і питомий об'єм морської води?
4. Як з глибиною змінюється умовна густина і умовний питомий об'єм?
5. Пояснити, чому розрахована за різними формулами густина морської води при одних і тих самих значеннях температури та солоності на стандартних горизонтах ніколи не співпадає?
6. Які поправки необхідно вводити для обчислення умовного питомого об'єму?
7. Для чого в океанології необхідно розраховувати густину морської води?
8. Що таке взагалі температура і що таке потенційна температури води?
9. Для чого потрібно взагалі визначати потенційну температуру води?
10. Що таке адіабатичний процес?
11. Від чого залежить адіабатичне підвищення температури води і починаючи з яких глибин воно помітно?

Література:

Методичні вказівки [2,4.5]

### **3.3 Модуль ЗМ-Л2 Перемішування та обмін в океані.**

**Хвилі в океані.**

**Припливи.**

**Течії в океані.**

**В четвертому розділі курсу розглядається тема „Перемішування та обмін в океані”. Завдяки нерівномірному нагріванню поверхні нашої планети Сонцем створюється**

нерівномірність розподілення певних характеристик водного середовища як в горизонтальному так і у вертикальному напрямках. Але, як тільки виникають градієнти властивостей, зразу ж виникають процеси, направлені на вирівнювання цих нерівномірностей у вигляді - молекулярного, конвективного різних масштабів, турбулентного чи впорядкованого у вигляді вихорів Ленгмюра чи Екманівського потоку. Ці процеси, направлені на вирівнювання, нівелювання у відповідності до закону існування неживої матерії – згладжування, знищення неоднорідностей та приведення системи до стану рівноваги, тобто максимальної ентропії, тиші, покою, відсутності найменшого руху.

Напруженість процесів створення та знищення градієнтів характеристик в океані змінюються в просторі та часі, що обумовлює і динаміку погодно - кліматичних умов.

#### **Розділ представлений такими основними темами:**

- Формули змішування водних мас ;
- Стійкість шарів води ;
- Конвективне перемішування
- Турбулентне перемішування.

#### **Питання для самоперевірки**

1. Сформулюйте поняття “стратифікації” та опишіть, яка повинна бути густина часточки води відносно навколишньої, щоб вона почала підніматися, спускатися або залишатись на місці?
2. Намалюйте як повинна змінюватись густина води з глибиною, щоб: перемішування не було (стійка стратифікація); перемішування обов’язкове (нестійка стратифікація); та зобразіть нейтральну стратифікацію (однорідне по вертикалі середовище).
3. Дайте коротку характеристику кожного з видів перемішування: молекулярне, конвективне, диференційно–дифузійна конвекція, турбулентне, вихорі Ленгмюра, Екманівський потік.
4. Які з перерахованих видів перемішування є хаотичними, а які впорядкованими?
5. Чи виникає перемішування в однорідному середовищі?
6. Чому океан не є однорідним в горизонтальному та вертикальному напрямках?
7. Яке має значення неоднорідність океанської води для виникнення процесів перемішування?

Література: [1] с. 93-99,

[2] с. 83-93

### **П'ятий розділ присвячений темі «Хвилі в океані».**

Відомо, що більша частина повної кількості руху, що передається від атмосфери до океану, витрачається саме на продукування поверхневих гравітаційних хвиль і лише невелика доля іде на утворення морських течій, тобто на перенесення мас. Таким чином, більше 80% енергії вітру витрачається на формування унікального явища обертання часток води практично за коловими орбітами, тобто майже вхолосту.

Вплив вітру розповсюджується не тільки на верхній шар океану. Безумовно він розповсюджується і нижче, формуючи внутрішні хвилі. Але вони не передають енергію в глибину а, навпаки, гасять її. І навіть величезні амплітуди внутрішніх хвиль не сприяють розповсюдженню вітрової енергії на великі глибини, бо хвилі швидко гублять стійкість та

руйнуються, формуючи фон внутрішньої океанської турбулентності, яка швидко дисипує, перетворюючись у внутрішню енергію води.

Таким чином, можна логічно допустити, що виникнення поверхневих, внутрішніх хвиль - це механізм, який сприяє стабілізації системи океан – атмосфера, зберігає індивідуальність цих середовищ, захищає їх від взаємного руйнівного впливу; в основі цього стабілізаційного механізму лежить зворотний негативний зв'язок.

Зовсім по іншому можна розглядати хвилі цунамі – як реакцію океану на імпульс сейсмічної енергії, яка діє на велику площу дна океану і може описуватись як вільні коливання після одноразової дії.

Цунамі можуть розповсюджуватися від епіцентру або концентричними, або направленими хвилями. Причому, до берега приходить спочатку улоговина (підощва), тобто вода відступає від берега, а потім тільки (через півперіоду, тобто десь до 10 хвилин) приходить вертикальний гребінь. Під час підводних землетрусів утворюється три види хвиль: сейсмічні в земній корі, акустичні у воді та цунамі. Цунамі розповсюджуються як довгі хвилі, тому швидкість їх розраховується за відомою простою формулою ( $C_f = \sqrt{gH}$ ), в яку входить тільки глибина, як перемінний параметр. Знаючи місце землетрусу та глибини, складають карти розповсюдження хвиль цунамі. У відкритому океані середні швидкості розповсюдження цунамі знаходяться в діапазоні 400 – 800 км/год. Біля берегів, зі зменшенням глибин за рахунок тертя об дно, швидкість переднього фронту хвилі, що вийшла на міліну, знижується на порядок до 30- 60



км/годину; це приводить до різкого збільшення висоти хвилі при певних морфологічних характеристиках берегової лінії.

Хвилі – одне з найцікавіших явищ природи. В розділі розглядаються питання про те як вони виникають, зростають, розповсюджуються, руйнуються, куди дівається величезна енергія хвиль, зібрана ними на безкрайніх просторах океану.

#### **Розділ представлений такими основними темами:**

- Трохоїдальна теорія хвиль ;
- Вплив глибини моря на параметри хвилі ;
- Трансформація хвиль біля берега;
- Виникнення та розвиток вітрових хвиль ;
- Методи розрахунків параметрів хвиль ;
- Сейші ;
- Внутрішні хвилі ;
- Хвилі цунамі.

#### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте коротке визначення поняттю «хвиля».
2. Поясніть, чим відрізняється вітрова течія від вітрової хвилі?
3. На якій глибині хвилі повністю затухають?
4. Назвіть фактори, які впливають на виникнення, розвиток та затухання хвиль.
5. Дайте пояснення поняттю «довга» та «коротка» хвиля.
6. Від чого залежить швидкість розповсюдження довгих хвиль або коротких хвиль?
7. До якого типу хвиль відносяться цунамі та опишіть основні їх характеристики (довжина, висота над епіцентром землетрусу та біля берега, період, швидкість, збільшення енергії при підході до берега) та особливості розповсюдження.
8. Поняття рефракція, дифракція хвиль та на яких глибинах можливі ці процеси?

Література: [1] стор. 116-141; [2] стор. 181-224.

#### **В шостому розділі розглядається тема «Припливи в океані».**

Завдяки відкриттю І.Ньютона природа припливів достатньо зрозуміла. Завдяки теорії Лапласа і сприйняттю припливів як вимушених хвиль з відомими періодами, можна використати гармонійний аналіз і заздалегідь розраховувати з необхідною точністю для практики висоту та час припливу у будь-якій точці

Світового океану.

Припливи – це предмет досить широкого і складного дослідження, яке виходить за рамки можливостей цього курсу дисципліни. Однак, вони відіграють велику роль в берегових процесах, особливо при формуванні профілю пляжу, під час експлуатації портових споруд, оскільки завдяки припливам та відпливам глибина води в прибережній зоні весь час змінюється, змінюється і рівень, на якому хвилі діють на берег. Тому у розділі коротко розглядаються питання фізичних механізмів виникнення припливів, а також особливості їх прояву в різних районах узбережжя Світового океану.

#### **Розділ представлений такими основними темами:**

- Статична теорія припливів Ньютона ;
- Нерівності висот припливів ;
- Деякі недоліки статичної теорії припливів ;
- Динамічна теорія припливів Лапласа.

#### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні сили беруть участь у формуванні дрейфової течії відеалізованій моделі Екмана?
2. Опишіть два типи умов, при яких може виникнути горизонтальна силатиску, що діє на частинку рідини в товщі океану.
3. Під яким кутом до вітру направлена поверхнева течія в глибокому морі?
4. Під яким кутом до вітру направлений повний потік (векторна сума течій від поверхні до глибини тертя)?
5. Чому, коли море мілке, течія направлена майже за вітром?
6. Що таке «глибоке», «мілке» море з точки зору вітрової течії?
7. Коротко, в загальних рисах опишіть систему загальної циркуляції в північній частині Атлантичного океану, Тихого океану.
8. Чим відрізняється циркуляція води в південних частинах цих океанів.
9. Що таке “холодна” течія, і ”тепла” течія ?

Література [1], стор. 154-164., [2], стор. 224-260.

#### **В сьомому розділі розглядається тема «Течії в океані».**

Океани і атмосфера – середовища, в яких рух виникає під дією сил декількох типів, одна з яких – сила Коріоліса. У цьому розділі розглядаються сили, що впливають на рух води: первинні і вторинні сили. Далі пропонується ознайомитись з деякими теоріями морських течій: теорія дрейфових течій Екмана,

градієнтні течії, прибережна циркуляція вод, викликана вітром. Розглядається також загальна циркуляція і течії Світового океану.

**Розділ представлений такими основними темами:**

- Первинні і вторинні сили, які є причиною виникнення течій ;
- Теорія вітрових течій Екмана ;
- Деякі додаткові аспекти екманівської теорії ;
- Загальна циркуляція води у Світовому океані.

**Питання для самоперевірки**

1. Які основні сили беруть участь у формуванні дрейфової течії відеалізованій моделі Екмана?
2. Опишіть два типи умов, при яких може виникнути горизонтальна силатиску, що діє на частинку рідини в товщі океану.
3. Під яким кутом до вітру направлена поверхнева течія в глибокому морі?
4. Під яким кутом до вітру направлений повний потік (векторна сума течій від поверхні до глибини тертя)?
5. Чому, коли море мілке, течія направлена майже за вітром?
6. Що таке «глибоке», «мілке» море з точки зору вітрової течії?
7. Коротко, в загальних рисах опишіть систему загальної циркуляції в північній частині Атлантичного океану, Тихого океану.
8. Чим відрізняється циркуляція води в південних частинах цих океанів.
9. Що таке “холодна” течія, і “тепла” течія ?
10. Використовуючи які дані можна фіксувати положення поверхневих течій в реальному масштабі часу (протягом години, доби)?

Література: [1], стор.171-193, [2] стор. 118-164.

### **3.4 Модуль ЗМ-П2**

#### **Розповсюдження звуку в морській воді. Геострофічні течії в океані.**

Самостійна робота студента заочної форми навчання щодо вивчення ЗМ-П2 передбачає вивчення певних тем практичних

модулів і виконання двох практичних завдань (обов'язкове). За варіантами вихідних даних, наданих кожному студенту окремо, необхідно виконати два завдання.

## **1. Розрахунки швидкості розповсюдження звуку в морській воді.**

Варіанти вихідних і рекомендації по виконанню завдання представлено в [4].

Метою виконання завдання є визначення швидкості звуку в морській воді за даними спостережень за температурою та солоністю на глибоководній океанографічній станції. Провести аналіз вертикального розподілу швидкості звуку та визначити середню за вертикаллю швидкість. Необхідно також визначити шари води з максимальною та мінімальною швидкістю. Результати представити у вигляді таблиці і зробити висновки.

## **2. Розрахунки геострофічних течій за допомогою динамічного методу.**

Вихідні данні по розподілу температури та солоності води задаються на двох станціях, які утворюють невеликий розріз в океані. Географічні координати ( широта та довгота ) станцій також задаються. Варіанти вихідних даних і рекомендації представлено в в [5].

За даними вертикального розподілу температури і солоності води, спочатку для кожній станції необхідно визначити умовний питомий об'єм.

На другому кроці для кожної станції визначають динамічні глибини і динамічні висоти, вибравши «нульову» поверхню на нижньому горизонті, після чого визначають різницю динамічних висот між двома станціями.

За даними географічних координат необхідно обчислити відстань між станціями і визначити перехідний коефіцієнт, після чого розрахувати швидкості течій на кожному горизонті на розрізі між двома станціями.

Результати розрахунків представити у вигляді таблиці відповідно з рекомендаціями, представленими в [4,5], зробити висновки.

Скласти пояснювальну записку.

Література:

Методичні вказівки [4,5]

Питання для самоперевірки.

1. Дайте визначення явища звуку. Чи можлива передача звуку у вакуумі?
2. Який вид енергії і чому розповсюджується у воді на максимальні відстані?
3. За рахунок якого ефекту відбувається супер далеке розповсюдження звуку у так званому підводному звуковому каналі (ПЗК)?
4. Поясніть поняття рефракції акустичної хвилі.
5. Чи можливе явище рефракції звуку в однорідному середовищі?
6. Що називається геострофічним балансом і які сили урівноважуються при геострофічному балансі ?
7. Які течії називаються геострофічними?
8. Що таке ізобаричні поверхні в океані і як вони пов'язані з геострофічними течіями?
9. Що таке «нульова» поверхня і на якій глибині вона знаходиться?
10. Чому пропорційна швидкість геострофічної течії на розрізі між двома океанографічними станціями?

#### 4. ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

##### 4.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи ЗМ-Л1.

##### Проміжний тест 1

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1	Лагуна, бухта, фіорд – це місцеві назви:	[1] с. 7-25,
2	Густина льоду, що утворився з прісної чи морської води більша за густину води, чи менша?	[1] с. 27-33,
3	З якою швидкістю утворюється нова океанічна кора в зонах серединно-океанічних хребтів (СОХ) океанського дна?	[1] с. 7-25,
4	Яка максимальна відносна прозорість чистої океанської води?	[1] с. 76-91,
5	Що таке альbedo морської поверхні?	[1] с. 76-91,
6	Чим вимірюється відносна прозорість морської води?	[1] с. 76-91,
7	Що таке літосферні плити і якого типу вони бувають?	[1] с. 7-24
8	Що являють собою зони розломів?	[1] с. 7-24
9	Чим відрізняється океанічна кора від материкової?	[1] с. 7-24
10	Яка температура всередині Землі та порівняйте її з температурою на поверхні Сонця?	[1] с. 7-24

11	Як впливають на рівень океану довгострокові зміни середньої температури води, солоності ?	[1] с. 7-24
----	---	-------------

12	Як накопичення ерозійного матеріалу чи льоду можуть змінити рівень океану?	[1] с. 7-24
13	Звідки потрапляє кисень у придонний шар океану?	[1] с. 49-51
14	Що таке вільна поверхня Світового океану?	[1] с. 7-24 [2] с. 261-267
15	Чому вільну поверхню беруть за точку відліку висот і глибин на Землі?	[1] с. 7-24 [2] с. 261-267
16	Як буде змінюватись рівень Світового океану підчас інтенсивного розростання (або знищення) дна ?	[1] с. 7-24 [2] с. 261-267
17	Океанічна кора має товщину відносно материкової:	[1] с.7-25
18	Температура замерзання прісної води 0 <sup>0</sup> С. При збільшенні солоності температура замерзання:	[1] с. 27-31. [2] с. 21-29
19	Як залежить розчинність газів від температури морської води	[1],с. 42-58.
20	Скільки солі буде в 2 кг морської води, якщо її солоність 20 ‰	[1] с.42-58. [2] с. 6-10
21	Температура найбільшої густини прісної води 4 <sup>0</sup> С. При збільшенні солоності температура найбільшої густини:	[1] с.198-201 [2] с. 21-29
22	Яка швидкість розповсюдження звуку у морській воді?	[1] с.61-74
23	Чи можлива рефракція (викривлення) звуку в однорідному морському середовищі?	[1] с. 66-69.
24	Що таке солоність морської води?	[1] с.42-58, [2] с. 6-10
25	Які параметри морського середовища використовуються для розрахунку густини морської води ?	[1] с.27-42. [2] с. 5-14
26	Що таке звук?	[1] с.61-66.
27	В чому полягає аномалія льоду та її значення для земної екосистеми.	[1] с.31-41. [2] с. 21-23

28	В чому полягає аномалія густини води?	[1] с.31-41. [2] с. 21-23

29	Які гази в основному розчинені у морській воді?	[1] с.49-54. [2] с. 11-14
30	Яким чином розчинність газів залежить від солоності та температури води?	[1] с.49-54. [2] с. 11-14
31	Сформулюйте закон постійності сольового складу (Дітмара).	[1] с.43-46.
32	Звідки походять гази, що розчинені в морській воді?	[1] с.49-54.
33	Чому кисню найбільше у верхньому “діючому шарі” океану та в придонному.	[1] с.49-54.
34	За рахунок якого ефекту відбувається супердалеке розповсюдження звуку у, так званому, підводному звуковому каналі (ПЗК)?	[1] с. 66-68.
35	Що таке рефракція звуку?	[1] с. 66-68.
36	Що таке реверберація звуку?	[1] с. 69-72.
37	В чому полягає аномалія температури замерзання морської води?	[1] с. 31-41. [2] с. 21-23
38	Умовна густина морської води дорівнює 22,76. Чому буде дорівнювати дійсне фізичне значення густини морської води ( $\text{г/см}^3$ ) ?	[1] с. 73-75. [2] с. 14-17
39	Скільки солі буде в 10 л води лиману Куяльник, якщо його солоність 200 ‰?	[1] с. 42-43.
40	Потенційна температура морської води – це:	[2] с. 29-31.

#### 4.2. Тестові завдання до модульної контрольної роботи ЗМ-Л2.

##### Проміжний тест 2



1	Стояча хвиля – це:	[1] с. 117-141, [2] с. 181, 224
2	Прогресивна хвиля – це хвиля:	[1] с. 117-141, [2] с. 181
3	Внутрішні хвилі – це:	[1] с.117-141, [2] с. 213-215
4	Чому дорівнює середня довжина хвилі Цунамі:	[1] с.143-154
5	Чому дорівнює висота хвилі Цунамі над епіцентром:	[1] с.143-154
6	До берега хвилі цунамі приходять уголовиною чи гребенем?	[1] с.143-154
7	Вихорі Ленгмюра – це:	[1] с.94-114

8	Коротка хвиля ( $\lambda$ ) – це хвиля, що рухається вбасейні, глибина якого (H):	[1] с.117-154. [2] с. 215-216
9	Визначте з перерахованих, які хвилі <b>короткі</b> відносно глибини басейну що дорівнює 10 м: довжина хвилі - 100 м; 2 м; 50 м.	[1] с.117-154 [2] с.215-216
10	Визначте з перерахованих, які хвилі <b>довгі</b> відносно глибини басейну що дорівнює 10 м:200 м; 150 м; 2м.	[1] с.117-154 [2] с.215-216
11	Швидкість руху коротких хвиль (тих, що не відчувають тертя об дно) визначається за формулою:	[1] с.117-154. [2] с.215-216
12	Вітрові течії в південній півкулі відхиляються від напрямку вітру, що їх збудив:	[1] с.173-201 [2] с.145-158
13	Вітрові течії в північній півкулі відхиляються від напрямку вітру, що їх збудив:	[1] с.173-201 [2] с.215-216
14	Причиною вітрових течій є:	[1] с.173-201 [2] с.145-158
15	Хвиля – це :	[1] с.117-122 [2] с.215-216
16	Течія – це :	[1] с.173-185. [2] с.145-158
17	Тепла течія – це :	[1] с.173-201 [2] с.145-158

18	Холодна течія – це	[1],с. 173-201 [2] с.145-158
19	Температура течії +16°. Температура навколишньої води +19°. Ця течія холодна чи тепла?	[1] с.173-201 [2] с.145-158
20	Як рухаються часточки води при проходженні хвилі?	[1] с.117-123 [2] с. 215-216
21	Зиб – це:	[1] с.131-135

22	Швидкість вільних вітрових хвиль зйбу більша чи менша від швидкості вітру?	[1] с.131-135. [2] с. 215-216
23	Сейші – це:	[1] с.135-139. [2] с. 220
24	Припливоутворююча сила – це:	[1] с.156-160. [2] с. 224-233
25	Який спосіб перемішування в Океані найшвидший?	[1] с.94-114. [2] с. 83-92
26	Цунамі відносяться до довгих чи коротких хвиль?	[1] с.143-154.
27	Стратифікація морської води – це зміна її:	[1] с.95-101.
28	Коли висота припливів найбільша:	[1] с.157-171. [2] с. 224-233
29	Яка періодичність океанських припливів:	[1] с.157-171 [2] с. 224-233
30	Яка довжина припливної хвилі на екваторі:	[1] с.157-171. [2] с. 224-233
31	Яка максимальна висота океанського припливу у Світовому океані (у затоці Фанді, Пн.сх. США, Атлантичний океан)	[1] с.157-171. [2] с. 224-233
32	Чи можуть океанологи передбачувати час приходу та висоту припливу?	[1] с.157-171. [2] с. 224-233
33	Чим відрізняються мусонні течії від інших течій:	[1] с.195-201.
34	Де утворюються великі зони апвелінгів («глобальні» апвелінги):	[1] с.195-201.

35	Що таке «Нульова поверхня» при розрахунках течій динамічним методом:	[1] с.195-201. [2] с. 137
36	В яких регіонах утворюється дивергенція:	[1] с.174-187.
37	Від чого залежить швидкість розповсюдження довгих хвиль?	[1] с.122-123. [2] с. 215-216
38	Від чого залежить швидкість розповсюдження коротких хвиль?	[1] с.122-123. [2] с. 215-216
39	Що таке рефракція хвиль?	[1] с.123-129.
40	Що таке дифракція хвиль?	[1] с.123-129.

#### 4.3 Тестові питання до іспиту

№	Тестові завдання	Основна література, сторінки
1	Перерахуйте та поясніть основні аномальні властивості води та їх значення для земної екосистеми.	[1] с. 31-42.
2	Що таке рівняння стану?	[1] с. 28-42.
3	Від чого залежить густина морської води?	[1] с. 28-42.
4	Що таке солоність морської води. Сформулюйте закон постійності сольового складу (Дітмара).	[1] с. 43-58,
5	Які гази в основному розчинені у морській воді і яким чином їх розчинність залежить від солоності та температури?	[1] с.43-58.
6	Звідки походять гази, що розчинені в морській воді?	[1] с.43-58.
7	Що таке dumping?	[1] с.43-58.
8	За рахунок якого ефекту відбувається супердалеке розповсюдження звуку у, так званому, підводному звуковому каналі (ПЗК)? Намалюйте відповідь схематично.	[1] с.66-69.
9	Що таке рефракція звуку? Реверберація?	[1] с. 66-72

10	Що таке звук? Чи можлива передача звуку у вакуумі?	[1] с. 62-66.
11	Від чого залежить швидкість розповсюдження звуку у морській воді?	[1] с. 62-66.
12	Які властивості має skin- шар гідросфери та які функції виконує?	[1] с. 77-80
13	Коли морський лід буде більш солоний: при швидкому чи повільному процесі льодоутворення?	[1] с. 28-41,
14	Перерахуйте всі способи теплообміну океану та атмосфери. Який з них найшвидший, тобто має найбільше значення? Для цього запишіть та поясніть закон Стефана - Больцмана.	[1] с. 76-81,
15	Чому турбулентний теплообмін між океаном та атмосферою ще називають контактним, або конвективним? Чи є це коректним?	[1] с.101-114
16	Сформулюйте поняття “стратифікації” та опишіть, яка повинна бути густина часточки води відносно навколишньої, щоб вона почала підніматися? Спускатися? Залишатись на місці?	[1] с.98-101
17	Як повинна змінюватись густина води з глибиною, щоб перемішування не було?	[1] с.98-101
18	Перерахуйте всі види перемішування, що існують в океані та дайте коротку характеристику таким: молекулярне, конвективне, диференційно– дифузійна конвекція, турбулентне, вихорі Ленгмюра, Екманівський потік.	[1] с.101-113
19	Чи виникає перемішування в однорідному середовищі?	[1] с.101-113
20	Чому океан не є однорідним в горизонтальному та вертикальному напрямках?	[1] с.95-101.
21	Яке має значення неоднорідність океанської води для виникнення процесів перемішування?	[1] с.95-114.
22	Чим відрізняється вітрова течія від вітрової хвилі?	[1] с.174-185
23	Яким чином повинні рухатись часточки води, щоб створювати імітацію руху у вигляді хвилі?	[1] с.118-122.
24	Якщо поступального руху часток води у хвилі нема, то що тоді ми називаємо швидкістю хвилі?	[1] с.122-123.
25	На якій глибині хвилі затухають, тобто їх висота (hz) менша від висоти поверхневої хвилі (h0) практично у сто разів ( $hz = 0,04 h0$ )?	[1] с.122-123.
26	Перерахуйте види хвиль та дайте визначення таким: внутрішні, поверхневі; стоячі, прогресивні; зиб; сейші, цунамі.	[1] с. 118-153.
27	Від чого залежать розміри вітрових хвиль та чи вміємо ми їх прогнозувати? За якими параметрами?	[1] с.133-135
28	Дайте пояснення поняттю «довга» та «коротка» хвиля.	[1] с.122
29	Від чого залежить швидкість розповсюдження довгих хвиль? Коротких хвиль?	[1],с. 122-123.

30	До якого типу хвиль відносяться цунамі та опишіть основні їх характеристики (довжина, висота над епіцентром землетрусу та біля берега, період, швидкість, збільшення енергії при підході до берега) та особливості розповсюдження.	[1] с.143-153
31	Поняття рефракція, дифракція хвиль та на яких глибинах можливі ці процеси?	[1] с.123-130.
32	Скільки разів на добу виникає приплив і скільки - відплив?	[1] с.157-159
33	Коли припливи найбільші: коли Місяць вповні, новий, чи коли спостерігається його половина?	[1] с.157-165
34	Яка довжина припливної хвилі?	[1] с. 157-159
35	Які основні сили беруть участь у формуванні дрейфової течії в ідеалізованій моделі Екмана?	[1] с.181-194
36	Під яким кутом до вітру направлена поверхнева течія в глибокому морі?	[1] с. 181-184.
37	Під яким кутом до вітру направлений повний потік (векторна сума течій від поверхні до глибини тертя)?	[1] с. 181-184.
38	Чому, коли море мілке, течія направлена майже за вітром?	[1] с.182-184
39	Що таке «глибоке», «мілке» море з точки зору вітрової течії?	[1] с.182-184
40	Серед основних забруднювальних речовин, які найбільш небезпечні для морської води, біоти, океану в цілому, екосистеми Земля?	[1] с.43-57

## ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦІПЛІНИ

### Основна література

1. Михайлов В.І., Кучеренко Н.В. Спеціальні розділи фізичної океанології. Одеса, 2011. 140 с.
2. Суховій В.Ф. Фізична океанологія. Одеса: АО БАХВА, 2001. 315 с.

### *Перелік методичних вказівок до практичних завдань і СРС*

1. Електронна бібліотека ОДЕКУ [www.library-odeku.16mb.com](http://www.library-odeku.16mb.com)
2. Океанографические таблицы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. 540 с.

3. Монюшко М.М. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Гідрологія океану» / Одеса: ОДЕКУ, 2017. 30 с.
4. Кучеренко Н.В., Монюшко М.М. Збірник методичних вказівок до самостійної роботи студентів з дисципліни «Гідрологія океану» / Одеса: ОДЕКУ, 2012. 27 с.
5. Суховій В.Ф., Кучеренко Н.В. Методичні вказівки до практичних робіт «Фізичні властивості морської води. Розрахунки динамічного рельєфу в морі та геострофічних течій», Одеса, 1997. 43 с.