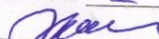



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

На засіданні групи забезпечення
спеціальності

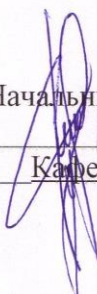
від «31» серпня 2020 року
протокол № 1

Голова групи 

Декан (директор) 
гідрометеорологічного інституту

Овчарук В.А.
(назва факультету, прізвище, ініціали)

УЗГОДЖЕНО


Начальник кафедри військової підготовки
полковник Грушевський О.М.
Кафедра військової підготовки

СИЛЛАБУС

Загальна гідрологія

Розділ «Фізична океанологія»

(назва навчальної дисципліни)

103 Науки про Землю

(шифр і назва спеціальності)

ОПП «Гідрометеорологія», «Організація метеорологічного та геофізичного
забезпечення Збройних сил України»

Бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна

(форма навчання факультету)

II

(рік навчання)

4

(семестр навчання)

4/120

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

I

(форма контролю)

Океанології та морського природокористування

(кафедра)

Одеса-2020

Автор:

Монюшко Марина Михайлівна, доцент кафедри океанології та морського природокористування, канд.геогр.наук, доцент.

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри океанології та морського природокористування

Протокол № 1 від « 27 » серпня 2020 року.

Викладач: Лекції, практичні заняття – Монюшко М.М., доцент кафедри океанології та морського природокористування, канд.геогр.наук, доцент

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	<u>К19 Здатність проводити моніторинг природних процесів.</u>
Результат навчання	<u>ПР15. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.</u>
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 ссиллабуси	«Загальна гідрологія», розділ «Фізична океанологія» (4 кредити)
Попередня дисципліна	Фізика
Наступна дисципліна	Немає
Кількість годин	Лекцій: 30 Практичних занять: 30 Самостійна робота студентів: 60

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Лекційні модуль (3 семестр)

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ -Л1	Склад та основні властивості вод Світового океану		
	1. Світовий океан та морфологія океанічних басейнів.	4	2
	2. Склад та основні фізичні властивості морської води.	6	6
	3. Акустичні властивості морської води	6	6
ЗМ –Л2	4. Перемішування та обмін в Океані.	4	4
		4	4
	5. Хвилі в Океані.	2	4
	6. Припливи.	4	4
	7. Течії в Океані.		
	Підготовка до іспиту		10
	Разом:	30	40

Консультації: Монюшко Марина Михайлівна, четвер (10⁰⁰ – 11⁰⁰), аудиторія 622.

2.2 Практичні модулі

Код	Назва модуля та тем	Кількість годин	
		Аудиторні	СРС
ЗМ -П1	Визначення певних характеристик морської води за даними стандартних спостережень.		
	1. “Розрахунки густини морської води за різними рівняннями стану та їх порівняльний аналіз.”	8	5
	2. “Обчислення потенційної температури морської води та її використання.”	6	5
ЗМ –П2	3. “Розрахунки горизонтальної швидкості звуку в морській воді”	8	5
	4. Розрахунки динамічного рельєфу в морі та геострофічних течій”	8	5
	Разом:	30	20

Консультації: Монюшко Марина Михайлівна, четвер (10⁰⁰ – 11⁰⁰), аудиторія 622.

2.3. Самостійна робота студентів та контрольні заходи

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення, тижні
ЗМ- Л1	- Підготовка до лекційних занять,	4	1-7
	- вивчення лекційного матеріалу,	6	1-7
	- підготовка до модульної контрольної роботи	4	6

	- Модульна контрольна робота (обов'язково)		7
ЗМ-Л2	- Підготовка до лекційних занять,	2	8-14
	- вивчення лекційного матеріалу,	10	8-14
	- підготовка до модульної контрольної роботи	4	14
	- Модульна контрольна робота (обов'язково)		15
ЗМ-П1	- Підготовка до практичних занять	4	1-8
	- Підготовка до усного опитування	4	1-8
	- Захист практичних робіт (обов'язково)	2	3-8
ЗМ-П2	- Підготовка до практичних занять	4	9-14
	- Підготовка до усного опитування	4	9-14
	- Захист практичних робіт (обов'язково)	2	15
	Підготовка до Іспиту	10	
	Всього за семестр	60	

В 4-му семестрі методика проведення та оцінювання контрольних заходів є такою:

1. Для ЗМ-Л1 та ЗМ-Л2 використовується проведення модульної контрольної роботи, а максимальна сума балів, яку може отримати студент за першу контрольну роботу складає 30 балів, за другу контрольну роботу – 20 балів. Модульні контрольні роботи складаються з тестових завдань, кожне завдання оцінюється по одному балу.

2. ЗМ-П1 складається з виконання 2-х практичних робіт. Так як по своїй складності практичні роботи є різними, оцінка їх також є різною. Максимальна сума балів за роботи є такою: за 1-у роботу -12 балів, за 2-у роботу – 10 балів.

ЗМ-П2 складається з виконання 2-х практичних робіт. Максимальна сума балів за 3 та 4 роботу – по 14 балів.

Сумарна максимальна оцінка за практичні роботи складає 50 балів. В якості форми поточного контролю використовується перевірка правильності виконання роботи, усне опитування і обов'язковий захист практичних робіт.

Іспит з дисципліни «Загальна гідрологія» складається із 20 тестових питань за всіма темами. Екзаменаційна робота оцінюється максимум у 20 балів (100%), кожен тест у контрольній роботі оцінюється в 1,0 бал. Оцінка за іспит з дисципліни розраховується як відсоток правильних відповідей від загальної кількості питань у білеті (тобто 60% відповідає 12 вірним відповідям).

На розділ «Фізична океанологія» виділено 10 питань, кожне питання оцінюється по одному балу.

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

У даному силабусі всі наведені вище розділи дані стисло у вигляді головних висновків, після яких наведені питання для самоперевірки, що відповідають необхідному мінімуму знань з кожної теми.

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).

В процесі першого читання не слід особливо затримуватися на математичних викладеннях, доведеннях рівнянь та формул. Головне - скласти собі загальне уявлення про викладенні питання. Для цього краще розглянути рисунки та підписи під ними. Також було б непогано якось виділити особливо важкі, або незрозумілі місця; слід також прочитати (полистати) словник в кінці підручника.

У другому читанні можна перейти до більш детального вивчення матеріалу, засвоїти теоретичні положення та логіку їх викладення.

Вивчаючи те, чи інше питання необхідно звернути увагу як на якісну сторону викладеного явища, чи процесу (опис явищ, аналіз фізичних факторів, від яких вони залежать, та ін.), так і на кількісну їх оцінку. Це може бути досягнуто самостійною побудовою графічних схем, що приводяться в рекомендованій літературі та уважним знайомством з виведенням формул. Разом з тим, вивчення математичної сторони навчального матеріалу не слід відривати від його фізичної суті. У всякій формулі слід передусім знайти її фізичний сенс.

Для полегшення засвоєння матеріалу, що самостійно вивчається, корисно складати стислий конспект, або записувати незрозумілі положення чи висновки для подальшої роботи з викладачем на консультації.

3. Відповісти на питання для самоперевірки.

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

moniuszko@ukr.net., moodle (<http://dpt18s.odeku.edu.ua/>).

4. Виконання завдань.

5. Виконання практичних робіт.

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 роботи.

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 ([1] с. 7);
- Структура океанічної кори та основні елементи рельєфу дна ([1] с. 10);
- Основні позиції тектоніки плит ([1] с. 13);
- Рівень моря в океанічних басейнах ([1] с. 19).

Питання для самоперевірки

1. Чим відрізняється океанічна кора від материкової і чому? Для вірної відповіді на це питання згадайте принцип ізостазії.
2. Що таке літосферні плити і якого типу вони бувають?
3. Що являють собою зони розломів?
4. Розшифруйте слова “спредінг” та “субдукція” і поясніть, які процеси відбуваються в серединно-океанічних хребтах (СОХ) та глибоководних жолобах.
5. Яка швидкість утворення літосферних океанічних плит в зонах СОХ та який вік океанічної кори.
6. Яка температура всередині Землі та порівняйте її з температурою на поверхні Сонця?
7. Зони меж літосферних плит є ослабленими зонами (зони підвищеного проникнення). Чи можуть енергетичні процеси, що відбуваються всередині Землі впливати на процеси в гідросфері, атмосфері та в яких зонах цей вплив найвірогідніший?
8. Чим займається палеоокеанологія та палеокліматологія та як їх використовують для підтвердження теорії тектоніки плит (теорії неомобілізму)?
9. Поясніть, що таке вільна поверхня Світового океану і чому її беруть за точку відліку висот і глибин на Землі?
10. Як впливають на рівень океану довгострокові зміни середньої температури води, солоності ?
11. Як накопичення ерозійного матеріалу чи льоду можуть змінити рівень океану? Опишіть різницю цих ефектів.
12. Періоди інтенсивного розростання (або знищення) дна можуть приводити до змін ємностей басейнів. Як при цьому буде змінюватись рівень Світового океану і чи можна ці зміни віднести до кліматичних?
13. Чим займається палеоокеанологія та палеокліматологія та як їх використовують для підтвердження теорії тектоніки плит (теорії неомобілізму)?

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.

Можна сказати, що всі фізичні властивості морської води є «позитивно аномальними» та важливими для існування екосистеми Земля. У II-му розділі ми дізнаємося про те, як основні властивості абсолютно аномальної речовини під назвою «вода» та наслідки мінливості цих властивостей, стосуються роботи земної екосистеми: вплив на земний клімат та океанську біосферу в цілому, на хімічні, фізичні та навіть деякі геологічні процеси.

Розділ представлений такими основними темами:

- Будова молекули води. Водневий зв'язок ([1] с. 28);
- Деякі аномальні фізичні властивості води ([1] с. 31);
- Створення водної та сольової маси Світового океану ([1] с. 42);
- Хімічний склад та солоність морської води ([1] с. 43).

Питання для самоперевірки

1. Відносно яких речовин вода, як гідрид, має аномальні властивості?
2. Чому вода є диполь? Для відповіді на це питання спочатку розшифруйте значення слова “диполь”, а потім, використовуючи схематичне зображення, поясніть, яким чином у води з'являються два різнойменно заряджені полюси.
3. Завдяки чому молекули води можуть взаємодіяти одна з одною? Як називається цей зв'язок?
4. Коротко поясніть, використовуючи свої знання з неорганічної хімії, яке значення для формування аномальних властивостей води має водневий зв'язок, тобто можливість формування асоціацій молекул води з 2-х, 3-х, 4-х і більше. Завдяки чому молекули води можуть взаємодіяти одна з одною? Як називається цей зв'язок?
5. Перерахуйте та поясніть основні аномальні властивості води та їх значення для земної екосистеми.
6. Дайте класичне визначення солоності морської води та одиниці її

- вимірювання.
7. Сформулюйте закон постійності сольового складу (Дітмара).
 8. Які гази в основному розчинені у морській воді і яким чином їх розчинність залежить від солоності та температури?
 9. Звідки походять гази, що розчинені в морській воді?
 10. Поясніть, чому кисню найбільше у верхньому “діючому шарі ” океану та в придонному.
 11. Детально зупиніться на особливостях розчинності вуглекислого газу в морській воді. Чому, не дивлячись на дуже малий парціальний тиск його в атмосфері, розчинність CO_2 у сотні разів перевищує розчинність інших газів?
 12. Як пов'язана розчинність вуглекислого газу у морській воді з рН води?
 13. Намалуйте схему виведення надлишків карбону з атмосфери та захоронення його у вигляді карбонату кальцію.
 14. Чи можливий зворотний процес і в яких умовах він може відбуватися? Для цього потрібне глобальне потепління чи похолодання? Якомога ширше опишіть цей стан середовища.
 15. Використовуючи відповіді на питання 13, 14 поясніть значення карбонатної системи океану для регуляції кількості вуглекислого газу в атмосфері.
 16. Розглядаючи карту сірководневих зон на Земній кулі, поясніть можливі варіанти його походження.
 17. Що таке dumping?

В третьому розділі розглядаються акустичні властивості морської води.

Звук – єдиний вид енергії, який розповсюджується в океані на максимальні і дуже великі відстані і яким саме тому можна ефективно досліджувати морське середовище. Звук є його первинною комплексною характеристикою, фізична суть якої не зовсім ясна.

Дотепер вчені, в основному, визначили особливості спектрально – енергетичних характеристик різних джерел звуку в широкому діапазоні частот. Вони наведені в гідроакустичних довідниках та посібниках. В наш час гідроакустики займаються встановленням зв'язків різних характеристик шумів з процесами в океані та на його межах (задачі розпізнавання акустичних образів явищ).

Не дивлячись на досить великі досягнення у практичному використанні гідроакустики, деякі питання, що стосуються розуміння процесів розповсюдження звуку в морі, залишаються відкритими для досліджень та відкриттів. Це стосується насамперед визначення ролі структури води у особливостях розповсюдження звуку, різкого переходу тенденції зміни знаку прискорення звуку на певних глибинах та ін. Особливої уваги заслуговує також питання визначення впливу різної солі та її стану, а не загальної солоності, на швидкість розповсюдження та

інтенсивність акустичних хвиль [8].

Розуміння природи звуку та особливостей його розповсюдження в біологічних тілах, головною складовою частиною яких є вода на клітинному рівні та на рівні органів і систем, допоможе більш правильно, з мінімальним ризиком для людини використовувати гідроакустичний інструмент впливу та досліджень в побуті, медицині та біоекології.

Розділ представлений такими основними темами:

- Природа звуку та методи його визначення ([1] с. 60);
- Рефракція звуку в морі ([1] с. 64);
- Затухання (ослаблення) акустичних хвиль в океані ([1] с. 67);
- Морські шуми в Океані ([1] с. 70).

Питання для самоперевірки

1. Дайте визначення явища звуку. Чи можлива передача звуку у вакуумі? Поясніть чому.
2. Згадайте формулу І.Ньютона для визначення швидкості звуку в суцільних пружних середовищах та поясніть її вхідні параметри.
3. Чому неможливе використання точної аналітичної формули І.Ньютона для визначення швидкості звуку у морській воді? (Для обґрунтування відповіді згадайте, що ми не вміємо точно розраховувати густину морської води).
4. За рахунок якого ефекту відбувається супердалеке розповсюдження звуку у, так званому, підводному звуковому каналі (ПЗК)? Намалюйте відповідь схематично.
5. Що таке рефракція звуку? Реверберація?
6. Яким чином можна було б вимірювати глибини в морях та досліджувати океанське середовище за відсутності ехолоту?

3.2 Модуль ЗМ-Л2

- Перемішування та обмін в Океані.
- Хвилі в Океані.
- Припливи.
- Течії в Океані.

В четвертому розділі 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: і 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 (стану хаосу), тиші, покою, відсутності найменшого руху, тобто смерті системи як індивідуального прояву Природи.

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

Чому океан не є однорідним в горизонтальному та вертикальному напрямках? Яке має значення неоднорідність океанської води для виникнення процесів перемішування і що це за процеси? Що є кінцевим ефектом (метою) будь - якого процесу перемішування? У V-му розділі ви отримаєте у першому наближенні відповіді на всі ці питання.

Розділ представлений такими основними темами:

- Формули змішування ([1] с. 93);
- Стійкість шарів ([1] с. 96);
- Частота Вайсяля- Брента ([1] с. 98);
- Види перемішування ([1] с. 99).

Питання для самоперевірки

1. Сформулюйте поняття “стратифікації” та опишіть, яка повинна бути густина часточки води відносно навколишньої, щоб вона почала підніматися? Спускатися? 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. Перерахуйте всі види перемішування, що існують в океані та дайте коротку характеристику таким: 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? Наведіть приклади.
6. Чому океан не є однорідним в горизонтальному та вертикальному напрямках?
7. Яке має значення неоднорідність океанської води для виникнення процесів перемішування?
8. Що є кінцевим ефектом (метою) будь - якого процесу перемішування?

П'ятий розділ присвячений темі «Хвилі в Океані».

Хоча розроблено за останнє століття багато теорій, що стосуються різних аспектів виникнення, розвитку, руйнування вітрових хвиль, але і зараз правомірно повторити за видатним дослідником Урселом, що фізичні процеси за допомогою яких вітер генерує хвилі не відомі. Однак, 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.

У Світовому океані є величезні області дна з високою сейсмічністю – сейсмічний пояс Тихого океану, в якому відбувається більше 80% всіх землетрусів, що фіксуються на земній кулі. Донедавна найбільше потерпали від цунамі береги Камчатки, Японії, Курильських та Гавайських островів. Але цунамігенних землетрусів мало – на рік не більше 2- 3 досить відчутних. Інтенсивність цунамі визначається величиною його магнітуди: від –1 (висота цунамі на узбережжі менша 1 м) до 4 (висота підняття води на узбережжі більша 30 м).

В області епіцентру землетрусу в момент виникнення цунамі на глибокій воді має висоту не більше 30 – 60 см при середній довжині хвилі

300 км. Однак, довжини можуть бути досить різними: від найменшої зафіксованої 17 км до 600 км. Звичайно, за такої довжини підняття води у відкритому океані на 50 см абсолютно непомітне. Періоди хвиль, як і їх довжини, збільшуються при віддаленні від епіцентру, інколи навіть вдвоє (в середньому періоди 10 - 20 хвилин). Цунамі можуть розповсюджуватися від епіцентру або концентричними, або направленими хвилями. Причому, до берега приходить спочатку улоговина (підосва), 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.

У підручнику наведена одна нова фізична модель цунамі, розроблена українськими вченими двадцять років тому, з якою Ви можете ознайомитись. Вона не є абсолютно довершеною, але поки що найкраща, адже хоча б в першому наближенні логічно та фізично може пояснити ті питання, які інші моделі залишали відкритими: чому саме мілкофокусні землетруси та ті, що відбуваються під глибоководними жолобами, найчастіше викликають цунамі; звідки виникає анізотропність її розповсюдження та як формується фронт хвилі та підхід цунамі до берега фазою відпливу.

Хвилі – одне з найцікавіших явищ Природи. Як вони виникають, зростають, розповсюджуються, як і чому руйнуються, куди дівається величезна енергія хвиль, зібрана ними на безкрайніх просторах Океану? І взагалі, які функції покладені Природою на це унікальне явище?

Уважно прочитайте VI розділ і Ви знайдете відповіді на ці питання.

Розділ представлений такими основними темами:

- Перша теорія хвиль (трохоїдальна теорія) ([1] с. 116);
- Вплив глибини моря на фазову швидкість хвилі ([1] с. 120);
- Трансформація хвиль біля берега ([1] с. 121);
- Виникнення та розвиток вітрових хвиль ([1] с. 129);
- Прогноз хвилювання ([1] с. 131);
- Сейші ([1] с. 133);
- Внутрішні хвилі ([1] с. 137);
- Цунамі ([1] с. 141).

Питання для самоперевірки

1. Дайте коротке визначення поняттю «хвиля».
2. Поясніть, чим відрізняється вітрова течія від вітрової хвилі?
3. Яким чином повинні рухатись часточки води, щоб створювати імітацію руху у вигляді хвилі? Якщо поступального руху часток води у хвилі нема, то що тоді ми називаємо швидкістю хвилі?
4. Намалюйте схематично хвилю та дайте визначення її основних характеристик.. (довжина, висота, період, швидкість, енергія хвилі.).
5. На якій глибині хвилі затухають, тобто їх висота (h_z) менша від висоти поверхневої хвилі (h_0) практично у сто разів ($h_z = 0,04 h_0$)?
6. Від чого залежать розміри вітрових хвиль та чи вміємо ми їх прогнозувати? За якими параметрами?
7. Перерахуйте види хвиль та дайте визначення таким: внутрішні, поверхневі; стоячі, прогресивні; зиб; сейші, цунамі.
8. Дайте пояснення поняттю «довга» та «коротка» хвиля. Чи коректно буде запитати: хвиля довжиною 5 м довга; чи коротка?
9. Від чого залежить швидкість розповсюдження довгих хвиль? Коротких хвиль?
10. 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.
11. Поняття рефракція, дифракція хвиль та на яких глибинах можливі ці процеси?

В шостому розділі розглядається тема «Припливи в океані».

Завдяки відкриттю І.Ньютона ми зрозуміли природу припливів. Завдяки допущенню Лапласа і сприйняттю припливів як вимушених хвиль з відомими періодами, ми можемо використати гармонійний аналіз і, не дивлячись на всю складність припливних явищ, заздалегідь розраховувати з необхідною точністю для практики висоту та час припливу у вигляді таблиць чи атласів. Як це робиться? В кожній морській державі працює приблизно така схема. Національна служба досліджень океану, чи гідрометеорологічна служба, чи гідрографічне відділення (або берегова і геодезична служба, наприклад, у США) протягом певного часу записує рівень припливів у якомусь пункті узбережжя, аналізує одержану криву на головні компоненти (фазу та амплітуду), а потім вкладає ці дані в модель, що імітує утворення припливів. Модель запрограмована на майбутній час, тому “дає” необхідний прогноз у вигляді таблиць. Перші імітаційні моделі були механічними та будувались з шестерень, що обертались, та ексцентричних кулачкових механізмів різного діаметра, які імітували величину різних компонент. Усі ці пристрої зв’язувались шнуром, і таким чином знаходилась сума (результат)

всіх складових. Пристосовавши якимось таку машину до специфічних умов певної берегової станції, далі заводили мотор та “прокручували” припливні цикли, прогножуючи припливи на майбутнє.

Іншим методом прогноз відбувається так. Будують масштабну модель узбережного району та “затоплюють” її водою, таким чином імітуючи припливні хвилі [3]. Така модель допомагає вирішити складні проблеми передбачення припливної дії саме на цей район.

В наш час використовується комп’ютерне чисельне гідродинамічне моделювання методом кінцевих елементів з урахуванням цифрової моделі рельєфу океанського дна та форми узбережжя.

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 VII-му розділі ми дуже коротко зупинимося на основних особливостях припливів, а більш допитливим читачам рекомендуємо звернутися до спеціальної літератури.

Розділ представлений такими основними темами:

- Статична теорія припливів Ньютона ([1] с. 154);
- Нерівності висот припливів ([1] с. 157);
- Деякі недоліки статичної теорії припливів ([1] с. 163);
- Динамічна теорія припливів Лапласа ([1] с. 164).

В сьомому розділі розглядається тема «Течії в океані».

Океани і атмосфера – рідкі середовища, в яких рух виникає під дією сил декількох типів, одна з яких – загадкова сила Коріоліса. У цьому розділі спочатку дуже спрощено опишемо ці сили, що впливають на рух води. В результаті зрозуміємо, що вода в океанах тече не вниз по схилу підняття, а огинає його.

Детальний розгляд теорії вітрових течій Екмана, що була створена ще на початку двадцятого століття завдяки допитливості та тонкій логіці Ф. Нансена, спочатку наштовхне нас на думку про її універсальність, тобто правильність при поясненні таких явищ як екваторіальна підповерхнева протитечія в Тихому океані (течія Кромвелла), апвелінг на екваторі в Тихому океані, явище Ель – Ніньо та ін. Однак більш детальний і сучасний «дистанційний» погляд на загальну циркуляцію покаже величезні перспективи в подальших дослідженнях і уточненнях найвідомішої моделі. Система дистанційних супутникових спостережень відслідковувати динаміку верхнього шару Океану практично в реальному масштабі часу. А це в свою чергу вже призвело до фіксації неочікуваних ефектів в ньому, які

важко пояснити усталеними науковими уявленнями про причини формування та розвиток апвелінгів та течій, системи квазіпостійної циркуляції в океані. Процес перегляду цих уявлень вже почався і в недалекому майбутньому ми будемо свідками виникнення нових гіпотез та теорій, більш досконалих та достовірних, за допомогою яких можна буде відслідковувати тенденції розвитку певних явищ та змін погодно-кліматичних умов, давати достовірні прогнози їх розвитку в майбутньому, що є одним з важливих практичних результатів наукових досліджень.

Розділ представлений такими основними темами:

- Причини виникнення течій ([1] с. 171);
- Теорія вітрових течій Екмана ([1] с. 178);
- Деякі додаткові аспекти екманівської теорії ([1] с. 182);
- Загальна циркуляція води у Світовому океані ([1] с. 193).

Питання для самоперевірки

1. Які основні сили беруть участь у формуванні дрейфової течії в ідеалізованій моделі Екмана?
2. Опишіть два типи умов, при яких може виникнути горизонтальна сила тиску, 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, «тепла»? Чи можна стверджувати, що течія з температурою води 15°C тепла? Холодна? В чому некоректність питання?
10. Використовуючи які дані можна фіксувати положення поверхневих течій в реальному масштабі часу (протягом години, доби)?

4. Питання до заходів поточного, підсумкового та семестрового контролю

4.1 Тестові завдання та питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

№	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	Чим займається палеоокеанологія та палеокліматологія та як їх використовують для підтвердження теорії тектоніки плит (теорії неомобілізму)?	[1] с. 7-24
8	Що таке літосферні плити і якого типу вони бувають?	[1] с. 7-24
9	Що являють собою зони розломів?	[1] с. 7-24
10	Чим відрізняється океанічна кора від материкової?	[1] с. 7-24
11	Що таке “спредінг”	[1] с. 7-24
12	Що таке “субдукція”	[1] с. 7-24
13	Яка температура всередині Землі та порівняйте її з температурою на поверхні Сонця?	[1] с. 7-24
14	Як впливають на рівень океану довгострокові зміни середньої температури води, солоності ?	[1] с. 7-24

15	Яка швидкість утворення літосферних океанічних плит в зонах COX та який вік океанічної кори.	[1] с. 7-24
16	Як накопичення ерозійного матеріалу чи льоду можуть змінити рівень океану?	[1] с. 7-24
17	Звідки потрапляє кисень у придонний шар океану?	[1] с. 49-51
18	Що таке вільна поверхня Світового океану?	[1] с. 7-24
19	Чому вільну поверхню беруть за точку відліку висот і глибин на Землі?	[1] с. 7-24
20	Періоди інтенсивного розростання (або знищення) дна можуть приводити до змін ємностей басейнів. Як при цьому буде змінюватись рівень Світового океану і чи можна ці зміни віднести до кліматичних?	[1] с. 7-24
21	Які речовини відносять до біогенних для морського середовища (тих, що підвищують урожайність акваторій):	[1] с.43-59
22	Океанічна кора має товщину відносно материкової:	[1] с.7-25
23	Температура замерзання прісної води 0 ⁰ С. При збільшенні солоності температура замерзання:	[1] с. 27-31.
24	Як залежить розчинність газів від солоності морської води	[1],с. 42-58.
25	Скільки солі буде в 2 кг морської води, якщо її солоність 20 ‰	[1] с.42-58.
26	Температура найбільшої густини прісної води 4 ⁰ С. При збільшенні солоності температура найбільшої густини:	[1] с.198-201
27	Яка швидкість розповсюдження звуку у морській воді?	[1] с.61-74
28	Чи можлива рефракція (викривлення) звуку в однорідному морському середовищі?	[1] с. 66-69.
29	Яка з відомих видів енергії в океані передається на найбільші відстані (найменше затухає)?	[1] с.61-74.
30	Яким чином вимірюються глибини в океані?	[1] с. 61-74.
31	Нафтова пляма на поверхні вод (слік) рухається:	[1] с.43-58

32	Що таке солоність морської води?	[1] с.42-58,
33	Що таке damping?	[1] с.7-25
34	Розрахунки густини морської води за формулами Лінейкіна, Мамаєва, Океанографічними таблицями чи іншими рівняннями стану точні чи ні?	[1] с.27-42.
35	Що не враховується у формулах для розрахунків густини морської води (Лінейкіна, Мамаєва та ін.)?	[1] с.27-42.
36	Які параметри морського середовища використовуються у формулах для розрахунку густини морської води (Лінейкіна, Мамаєва та ін.)?	[1] с.27-42.
37	Що таке звук?	[1] с.61-66.
38	Чому молекули води можуть взаємодіяти одна з одною? Як називається цей зв'язок?	[1] с.28-41.
39	В чому полягає аномалія льоду та її значення для земної екосистеми.	[1] с.31-41.
40	В чому полягає аномалія густини води?	[1] с.31-41.
41	Які гази в основному розчинені у морській воді?	[1] с.49-54.
42	Яким чином розчинність газів залежить від солоності та температури води?	[1] с.49-54.
43	Сформулюйте закон постійності сольового складу (Дітмара).	[1] с.43-46.
44	Звідки походять гази, що розчинені в морській воді?	[1] с.49-54.
45	Чому кисню найбільше у верхньому "діючому шарі" океану та в придонному.	[1] с.49-54.
46	За рахунок якого ефекту відбувається супердалеке розповсюдження звуку у, так званому, підводному звуковому каналі (ПЗК)?	[1] с. 66-68.
47	Що таке рефракція звуку?	[1] с. 66-68.
48	Що таке реверберація звуку?	[1] с. 69-72.
49	Яким чином можна було б вимірювати глибини в морях та досліджувати океанське середовище за відсутності ехолоту?	[1] с. 62-74.
50	Чому неможливе використання точної аналітичної формули І.Ньютонна для визначення швидкості звуку у морській воді?	[1] с. 62-66.

51	В чому полягає аномалія зміни об'єму води при замерзанні?	[1] с. 31-41.
52	В чому полягає аномалія температури замерзання?	[1] с. 31-41.
53	В чому полягає аномалія теплоємності води?	[1] с. 31-41.
54	Відносно яких речовин вода, як гідрид, має аномальні властивості?	[1] с. 28-31.
55	Чому вода є диполь?	[1] с. 28-31.
56	Скільки солі буде в 10 кг морської води Червоного моря, якщо її солоність 41 ‰	[1] с. 42-43.
57	Умовна густина морської води дорівнює 22,76. Чому буде дорівнювати дійсне фізичне значення густини морської води (г/см ³) ?	[3] с. 73-75.
58	Скільки солі буде в 10 л води лиману Куяльник, якщо його солоність 200 ‰?	[1] с. 42-43.
59	Потенційна температура морської води – це:	[2] с. 29-31.
60	Звідки у глибоководний придонний шар морської води потрапляють такі гази як кисень, азот, сірководень, вуглекислий, метан?	[1] с. 49-54.
Тестові завдання та питання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.		
1	Стояча хвиля – це:	[1] с. 117-141,
2	Прогресивна хвиля – це хвиля:	[1] с. 117-141,
3	Внутрішні хвилі – це:	[1] с.117-141,
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 (λ) – це хвиля, що рухається в басейні, глибина якого (H):	[1] с.117-154.
9	Визначте з перерахованих, які хвилі короткі відносно глибини басейну що дорівнює 10 м: довжина хвилі - 100 м; 2 м; 50 м.	[1] с.117-154

10	Визначте з перерахованих, які хвилі довгі відносно глибини басейну що дорівнює 10 м: 200 м; 150 м; 2м.	[1] с.117-154
11	Швидкість руху коротких хвиль (тих, що не відчувають тертя об дно) визначається за формулою:	[1] с.117-154.
12	Вітрові течії в південній півкулі відхиляються від напрямку вітру, що їх збудив:	[1] с.173-201
13	Вітрові течії в північній півкулі відхиляються від напрямку вітру, що їх збудив:	[1] с.173-201
14	Причиною вітрових течій є:	[1] с.173-201.
15	Хвиля – це :	[1] с.117-122
16	Течія – це :	[1] с.173-185.
17	Тепла течія – це :	[1] с.173-201
18	Холодна течія – це	[1],с. 173-201.
19	Температура течії +16°. Температура навколишньої води +19°. Ця течія холодна чи тепла?	[1] с.173-201,
20	Як рухаються часточки води при проходженні хвилі?	[1] с.117-123
21	Зиб – це:	[1] с.131-135.
22	Швидкість вільних вітрових хвиль зибу більша чи менша від швидкості вітру?	[1] с.131-135.
23	Сейші – це:	[1] с.135-139.
24	Припливоутворююча сила – це:	[1] с.156-160.
25	Який спосіб переміщення в Океані найшвидший?	[1] с.94-114.
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.
29	Яка періодичність океанських припливів:	[1] с.157-171.
30	Яка довжина припливної хвилі на екваторі:	[1] с.157-171.
31	Яка максимальна висота океанського припливу у Світовому океані (у затоці Фанді, Пн.сх. США, Атлантичний океан)	[1] с.157-171.

32	Чи можуть океанологи передобчислювати час приходу та висоту припливу?	[1] с.157-171.
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.
36	В яких регіонах утворюється дивергенція:	[1] с.174-187.
37	Від чого залежить швидкість розповсюдження довгих хвиль?	[1] с.122-123.
38	Від чого залежить швидкість розповсюдження коротких хвиль?	[1] с.122-123.
39	Що таке рефракція хвиль?	[1] с.123-129.
40	Що таке дифракція хвиль?	[1] с.123-129.

ЗМ-П1

1. Що таке рівняння стану морської води.
2. Що таке структура води та яким чином вона впливає на формування аномальних властивостей води?
3. Яку максимальну похибку у розрахунки густини морської води може внести неврахування структурованості молекул води?
4. Пояснити, чому розрахована за різними формулами густина морської води при одних і тих самих значеннях температури та солоності на стандартних горизонтах ніколи не співпадає?
5. Наведіть приклади максимальної різниці в розрахунках густини, зроблених Вами на певних горизонтах (використайте для цього побудовані Вами графіки).
6. Яке значення і в яких гідро-гео-екологічних чи інших задачах має неточність розрахунків густини морської води?
7. Яким чином можна визначити точно розподіл густини морської води з глибиною?
8. Що таке взагалі температура і що таке потенційна температура води.
9. Якщо порівняти графіки розподілу потенційної температури та температури $t_{w\text{insitu}}$, чому графіки з глибиною розходяться.
10. Для чого потрібно взагалі визначати потенційну температуру води?

ЗМ-П2

11. Дайте визначення явища звуку. Чи можлива передача звуку у вакуумі? Поясніть чому.
12. Згадаючи проблеми, що існують при визначенні щільності морської води поясніть, чому не можна використовувати точну аналітичну формулу І.Ньютона для розрахунку швидкості звуку у воді?
13. Який вид енергії і чому розповсюджується у воді на максимальні відстані?
14. За рахунок якого ефекту відбувається супердалеке розповсюдження звуку у так званому підводному звуковому каналі (ПЗК)? Намалюйте відповідь схематично на Вашому графіку.
15. Поясніть поняття рефракції в принципі, а потім стосовно акустичної хвилі, використовуючи визначення звукового променя. При поясненні обов'язково скористайтесь можливістю зобразити це явище за допомогою побудованих Вами графіків (графіку).
16. Чи можливе явище рефракції звуку в однорідному середовищі?
17. Поясніть, чому на певній глибині швидкість звуку перестає зменшуватися, і змінює тенденцію на збільшення? (Розгляньте для обґрунтування відповіді на питання і комплексного його аналізу графіки розрахованої Вами зміни густини води, від якої, безумовно, залежить швидкість розповсюдження звуку у морській воді.
18. Дайте науково обґрунтовану відповідь, чому морські тварини є найбільш мовчазними з усіх представників фауни Землі.
19. Чи може впливати звук позитивно, негативно на навколишнє середовище? Наведіть приклади. Зупиніться на можливих негативних наслідках ультразвукової діагностики, чи ехоофтальмології, виходячи з розуміння природи звуку як хвилі зміни тиску.

4.2. Тестові завдання 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)? Намалуйте 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 (h _z) менша від висоти поверхневої хвилі (h ₀) практично у сто разів (h _z = 0,04 h ₀)?	[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 / Суховій В.Ф. – Одеса: АО БАХВА, 2001. – 315 с.
3. Жуков Л.А. «Общая океанология» - Л. Гидрометеиздат, 1976, 374 с.

Перелік методичних вказівок до практичних завдань і СРС

4. Електронна бібліотека ОДЕКУ www.library-odeku.16mb.com
5. Океанографические таблицы. - Л.: ГМИ, 1975, 540 с.
6. Монюшко М.М. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Гідрологія океану» / Одеса: ОДЕКУ, 2017 – 30 с.
7. Кучеренко Н.В., Монюшко М.М. Збірник методичних вказівок до самостійної роботи студентів з дисципліни «Гідрологія океану» /Одеса: ОДЕКУ, 2012 – 27 с.

Додаткова література

8. Айзатулин Т.А. и др. Океан. Фронты, дисперсии, жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 192 с.
9. Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 343 с.
10. Дитрих Г. Калле К. Общее мореведение. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 461 с.
11. Истошин Ю.В. «Океанология» - Л. Гидрометеиздат, 1969, 470 с.
12. Егоров Н.И. «Физическая океанология» - Л. Гидрометеиздат, 1974, 394с.
13. Нешиба С. Океанология, - М.: Мир, 1991. – 413 с
14. Хорн М. «Морская химия», М., 1974, 280 с .