

УДК 551.524.3 + 551.49

DOI: 10.18524/2303-9914.2024.1(44).305372

Ю. Д. Шуйський, д. геогр.н., професор,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
кафедра фізичної географії,
природокористування та ГІС-технологій,
вул. Дворянська 2, Одеса, 65082, Україна
physgeo_onu@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-5308-0233>

ОСОБЛИВОСТІ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ СВІТОВОГО ОКЕАНУ В МЕЖАХ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОБОЛОНКИ

В цій роботі розглядається фундаментальне питання про природні системи Світового океану як частини географічної оболонки, поряд із системами суходолу та берегової зони (прибережно-морської системи). Вони віднесені до екзогенних систем та кожна характеризується власною ієрархічністю, складною взаємодією між собою. Представлена історія досліджень, за якою видно, що основні глобальні риси водної товщі були встановлені ще в 60–80-х роках ХХ ст. Це дозволило проаналізувати горизонтальну та вертикальну диференціацію водного шару. Вона підтверджується фізичними, хімічними, динамічними, гідробіологічними рисами в горизонтальній площині та вертикальною стратифікацією товщі океанічної води. Тому з'явилася можливість запропонувати схему природної систематизації таласогеону та співставити її із схемами суходолу та океанічного узбережжя.

Ключові слова: Світовий океан, водна товща, горизонтальна та вертикальна диференціація, систематика.

ВСТУП

Географічна наукова інформація збирається багатьма десятиками років. Це дуже важка робота, виключно висококоштовна, потребує високотехнічний науковий флот, щоби наші вчені отримувати необхідні матеріали на площі більше 70% площі планети (Шуйський, 2021; Raskham, 2020). Це дуже важливо урахувати, зважаючи на те, що Україна є морською державою і має величезні заслуги в дослідженні Світового океану, поряд із іншими країнами Європи, такими, як Британія, Франція, Німеччина (Шуйський, Стоян, 2014; Dixon, Spencer, 2021; Menard, 1977). Океанографічні досягнення опубліковані в багатьох наукових виданнях, національних та закордонних, а за нову інформацію треба платити серйозні гроші. Тому сьогодні найбільші складнощі наша країна зазнає в отриманні інформації про природу та ресурси Світового океану. Фактично вона залишилася відрізаною від географічних комплексних досліджень на лівій більшості площі географічної оболонки Землі, від більшості основних природних ресурсів Океану.

Така ситуація помітно відбивається на розвитку та оновленню фізико-географічних засад науки, її подальшого розвитку. Географи вже фокусувалися

на дослідженнях найбільш доступних об'єктах суходолу, вимушені обмежуватися суходільним (теригенним) об'єктом, бо прибережно-морські роботи ледь жевріють, а океанологічні практично припинилися. Та ще є можливість певним чином підтримувати деякі перспективні напрямки загальної географії в нашій країні. В цій роботі автор намагається здійснити ряд кроків в поданому напрямку для зберігання перспектив подальшого розвитку сучасної національної географії. Відтак, представлена робота вважається *актуальною*.

Метою нашого дослідження є спроба обґрунтувати природні системи різного рівня організації в Світовому океані та скласти відповідний ієрархічний ряд природних систем таласогенного типу. Для досягнення мети пропонуємо вирішити кілька провідних задач: а) зробити аналіз минулих досліджень вод Світового океану; б) визначити особливості горизонтальної структури океану; в) виділити риси вертикальної структури океану; г) показати системну ієрархію товщі води у Світовому океані. Об'єктом дослідження є водна товща та дно Світового океану, а предметом – визначення океанічних систем, закономірностей їх взаємодії на поточному етапі та основних етапів їх дослідження. Природно, що тема роботи важлива в практичному сенсі та має теоретичне значення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На відміну від багатьох інших наук, фундаментальні положення географії отримуються зовсім нечасто, в тому числі у галузі наук про Океан (Арманд, 1975; Каменкович и др., 1977; Menard, 1987). Для отримання принципово нових матеріалів та результатів, на відміну від політичних, соціологічних, педагогічних, філософських та деяких інших наук, в географії Світового океану (в океанології) треба виконати дуже коштовні та довготривалі дослідження, ретельно проаналізувати роботи попередників із різних країн, застосувати нову методикку та більш досконалий інструментальний апарат тощо. Тому в цій роботі використовуються найбільш широкі узагальнення, дослідницькі матеріали, картографічні дані, комплексні результати та висновки про гідрогенну структуру водної товщі. Особливо велике значення мають масштабні міжнародні проекти за програмами Міжнародних Геофізичних років та ЮНЕСКО, робіт на океанічних полігонах та відповідних узагальнень (Айзатуллін та ін., 1984; Степанов, 1974; Kharif, Pelinovsky, 2003; Pacham, 2020).

Природно, що ця робота є певним підсумком, для того, щоби досягти мети та вирішити поставлені задачі. Тому до основних відноситься метод синтетичний, картографічний, морської зйомки різного масштабу, географічних співставлень, класифікації та районування природних систем. При необхідності, використовуються аналітичні методи окремих частин Світового океану. При цьому залучається досвід дослідження природних систем суходолу (ландшафтних) та закономірностей циркуляції атмосфери (Гродзинський, 2005; Dixon, Spencer, 2021; Drake et al., 1978). Особлива увага звертається на систематизацію окремих частин водної товщі океанів та морів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Стисла історія досліджень океану. Оскільки основним складовим об'єктом Світового океану є глобальний шар води (водного розчину їх пересічною концентрацією $\approx 3,5\%$), то треба визначати його ієрархію для комплексного розуміння природи, для формування світогляду та почуття простору. Нами було запропоновано генетичний ряд структури водного шару, аналогічно тому, що існує для природних ландшафтних систем суходолу (Арманд, 1975; Гродзинський, 2005).

Керівникам та організаторам вищої освіти в Україні доцільно нагадати, що географічна освіта принциповим чином відрізняється від інших. Що вже багато століть, від трактатів великих мислителів Фалеса (624–543 рр. до Р.Х.) та Гекатея (546–480 рр. до Р.Х.) та їх послідовників, саме «географія» є «наукою про Землю», бо це синоніми. Вона завжди була спроможною вирішувати всі практичні завдання в минулому, може це робити сьогодні і, надіємося, з успіхом буде їх вирішувати і в майбутньому. А сучасні жонгливання з «науками про Землю», що відрізняються від географії, не мають жодного розумного сенсу. На суворе додержання досягнень у дослідженнях океану протягом всієї історії сучасної цивілізації наголошували Ж. Блон, А. Гільшер, В. Н. Єремєєв, А. Ф. Плахотнік, А. Б. Снісаренко, Д. Я. Фашук, Ф. П. Шепард та багато інших авторів.

Перші заплановані спроби інструментальних досліджень структури товщі води океану були здійснені в морських експедиціях Л. А. де Бугенвілля, Д. Кука, І. Ф. Крузенштерна і Ю. Ф. Лисянського, О. Є. Коцебу, Ф. Ф. Беллінсгаузена і М. П. Лазарева, а також Ч. С. Дарвіна. Роботи цих дослідників привели І. Ф. Крузенштерна до створення «Атласа Южного моря» (1845 г.). Масштабні інструментальні роботи призвели до появи у 1855 р. великого дослідження М. Ф. Морі «Physical Geography of the Sea and its Meteorology». Вважається (Суховей, 1986; Menard, 1977; Paskham, 2020), що після океанічних досліджень на «Челленджері», на «Вітязі», «Альбатросі», «Вальдівії», «Планет», «Метеорі» та багатьох інших НДС склалося наукове враження про гідрогенну структуру Світового океану. Відроджений (у дійсності новий) науковий корабель «Вітязь» показав, що структура водного шару може бути такою ж складною, що і природні системи суходолу (ландшафти). На це вказав принципово новий «Морський Атлас» (1951), «Фізико-географічний Атлас світу», географічні атласи окремих океанів та морські навігаційні карти. Згодом, до широких досліджень вдалися «кораблі науки», зокрема «Академік Курчатова», «Академік Ширшова», «Альбатрос-ІІ», «Ендевур», «Каліпсо» та інші, які активно працювали в різних районах океанів та окремих морів. Традиційно (Мамаєв, 1970; Степанов, 1974) провідне значення надається гідрогенному фактору, фізичним властивостям та диференціації за щільністю, температурою та солоністю води. Взагалі, властивість природної мозаїчності притаманна всім природним системам на Землі, в тому числі й в океанах як динамічних системах (Айзатуллін та ін., 1984; Шуйський, 2019, 2023; Abrupt Climate Change, 2002; Forman, 1997). Вся отримана інформація дозволила виділити до 90 морів та 4 океани за постановою Міжнародної

Гідрографічної організації (IGO), що само по собі було горизонтальною океанографічною природною диференціацією Світового океану. Також були складені карти пересічних значень температури та солоності у поверхневому шарі води різних океанів, що дало можливість проаналізувати значення щільності води та щільнісних течій від поверхні до дна на різних широтах (рис. 1).

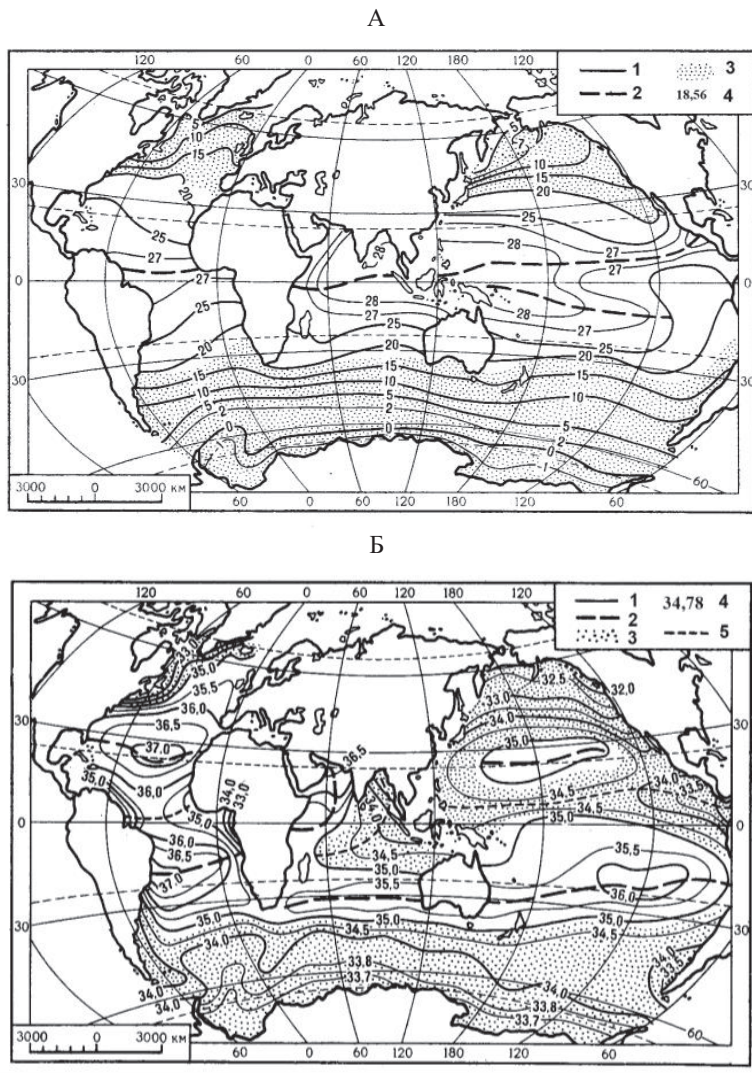


Рис. 1. Пересічна багаторічна річна температура (А) та солоність (Б) води в поверхневому шарі Світового океану (за даними В. Н. Степанова, Ч. Дрейка та К. Турекіана).

Умовні позначення: 1 – ізотерми та ізогаліни; 2 – зони максимальної температури та солоності води; 3 – акваторії із температурою та солоністю, які нижче пересічної по всьому Світовому океану; 4 – пересічні значення температури ($^{\circ}\text{C}$) та солоності ($\text{S}\%$) в цілому в межах Світового океану; 5 – акваторії із мінімальною солоністю.

В процесах впливу взаємодії температур та солоності, водообмін відбувається всією товщею води, а це призводить до температурно-солоностної диференціації від поверхні до дна на окремі структурні зони, як показали роботи А. С. Саркісяна (1974), В. Н. Степанова (1982), Ч. Ф. Пекхема (Packhem, 2020), та інших дослідників (Ель-Хадрі, Берлінський, Сліже, Дерик, 2023).

Система щільнісних течій, у взаємодії із широтним, горизонтальним розподілом сонячної радіації, вітрової циркуляції тощо призвела до формування всієї системи водообміну і розподілу вітрових та дрейфових течій (рис. 2).

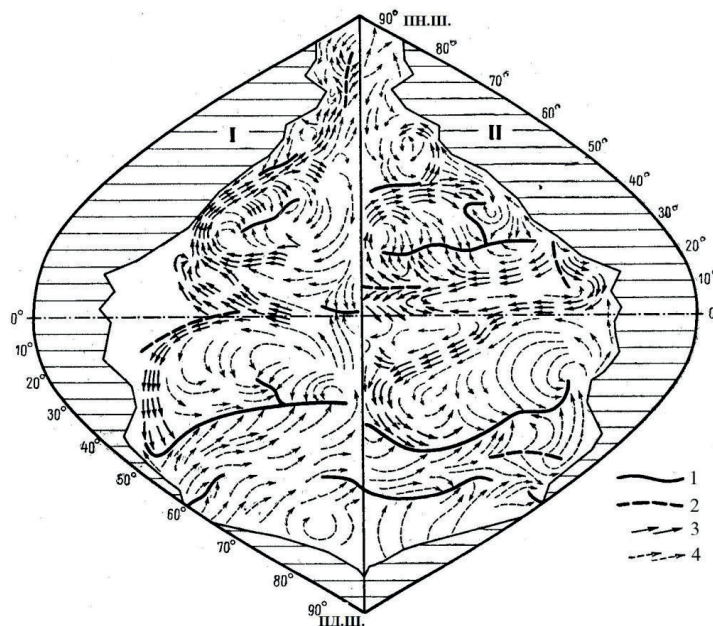


Рис. 2. Розподіл площі дзеркала води «узгальненого» Світового океану, що розраховане уздовж п'ятиградусних смуг (за матеріалами М. М. Єрмолаєва, К. К. Маркова та А. Д. Добровольського).

Позначення: I – розподіл поверхневих течій в Атлантичному секторі. II – розподіл поверхневих течій в Тихоокеанському секторі; 1 – фронти конвергенції; 2 – фронти дивергенції; 3 – теплі поверхневі течії; 4 – холодні поверхневі течії.

Саме ці течії, що розподіляють енергію та масу речовини, надають початку взаємодії із глибинними шарами води, а в подальшому такі взаємодії призводять до формування первинних водних мас. Можна бачити певну локалізацію течій, середовища конвергенції та дивергенції, розташування апвеллінгів та давнвеллінгів, розповсюдження холодних та теплих течій. Відтак, можна пояснювати розташування океанічних фронтів, дуже складних систем із певною вірогідністю розташування (рис. 3), як підкреслюють Т. А. Айзатуллін із співавторами (1984), їх колегами та послідовниками.

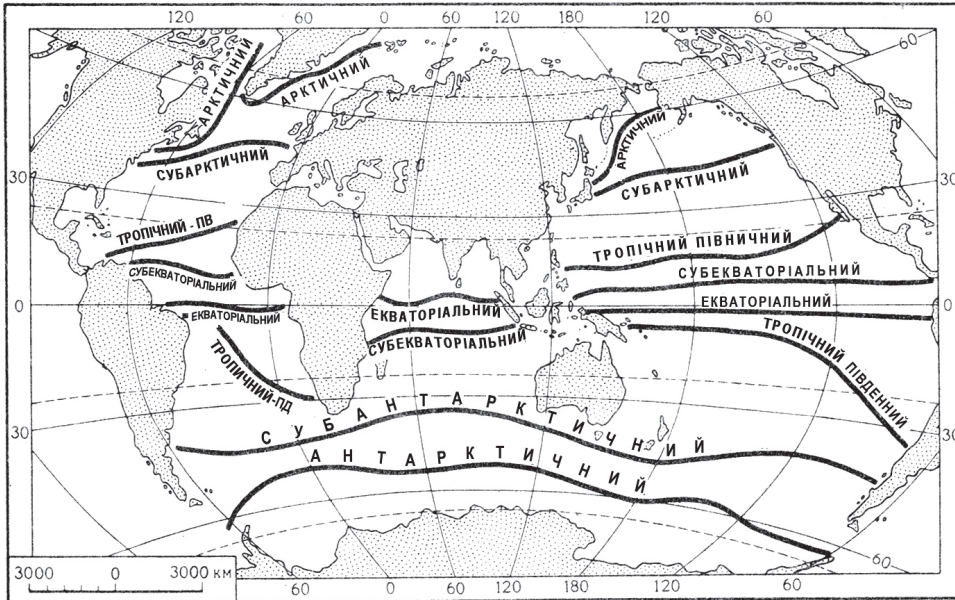


Рис. 3. Загальна схема найважливіших океанічних гідрофронтів у відкритому Світовому океані (за матеріалами Т. А. Айзатулліна та В. Н. Степанова).

Широкі натурні дослідження в Світовому океані після застосування комплексного підходу із виконання роботи науково-дослідних суден та появи найновішої дослідницької техніки в другій половині ХХ ст. дозволив отримати масову інформацію про вертикальний розподіл температури, солоності та щільності океанічної води. Як наголошував Майкл С. Грегг, зараз температуру та солоність можна вимірювати в товщі морської води через кожний сантиметр (Мамаєв, 1970; Broecker, 2017; Dixon, Spencer, 2021). В підсумку визначилося 7 провідних типів вертикальної стратифікації. Багато тисяч точок *T, S*-зондувань за допомогою термістерних ланцюгів та автономних буйків дозволило В. Н. Степанову, Р. П. Булатову, Б. С. Залогіну, В. Г. Корту, В. Б. Штокману, А. Д. Щербініну та низці дослідників різних країн встановити достовірний розподіл типів вертикальних кривих. А відтак створилися умови для побудови схеми їх розподілу на акваторії лівової частини всього Світового океану (рис. 4). Схема вказує на чітку різноманітність вертикальної стратифікації, що дає змогу обґрунтувати загальну вертикальну диференціацію товщі океанічної води.

Одночасно стають зрозумілими закономірності започаткування та динаміки окремих водних мас, фронтів, дисперсій, загального вертикального та горизонтального водообміну. За О. І. Мамаєвим, К. Харіфом, Є. Пеліновським (Kharif, Pelinovsky, 2003), Ч. Діксоном, Д. К. Спенсером (Dixon, Spencer, 2021) та іншими загальна циркуляція призвела до появи гідрологічних вихорів різного масштабу, від величезних до мікровихорів. Склалася вихорева структура товщі вод Світо-

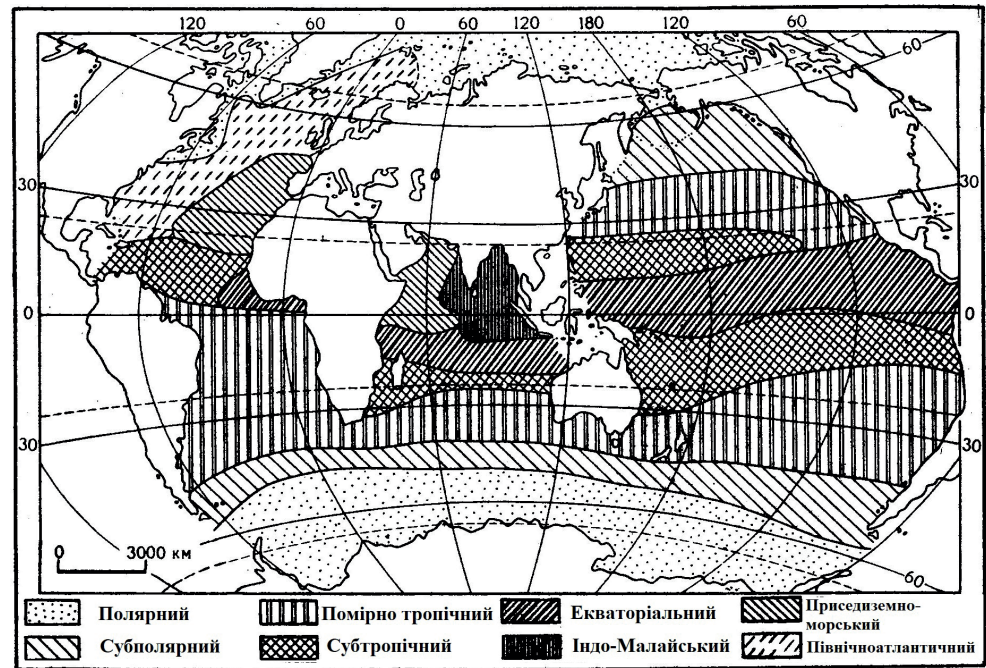


Рис. 4. Загальна схема горизонтального географічного розподілу типів вертикальної стратифікації солоності води у Світовому океані. Вертикальний розподіл є найважливішим для виділення структурних зон у товщі води океану (побудована В. Н. Степановим та В. А. Шагіним).

вого океану. Кожний ієрархічний рівень цієї структури відрізняється від всіх інших, при цьому вони мають властивість динамічної стаціонарності.

Протягом трьох десятиріч океанічні дослідження Р. П. Булатова, Н. В. Вершинського, Н. Н. Кошлякова, І. В. Максимова, О. М. Мамаєва та низки інших дослідників суттєво удосконалили уявлення про гідрофізичну структуру, просторову неоднорідність водного шару океану, про внутрішньо-турбулентні вихори різних системних рівнів, про вертикальних водообмін у океані та про інші результати. Помітний внесок в такі результати зробили також Еміл Станєв, М. С. Лозьє, В. Є. Джонс, Р. С. Пікарт, С. А. Каннингхем, Г. Х. Пурей, Н. П. Холідей та інші з різних центрів дослідження океанів. Узагальнення матеріалів цих авторів та власних досліджень дозволило О. П. Нікітіну підготувати фундаментальну дисертацію на тему «Особливості структури мінливості циркуляції та рівня води Світового океану» (2013). В ній він показав природні зміни циркуляції поверхневих та глибинних вод в океані, а також підтвердив провідні особливості структурних зон, основних течій, гідрологічних фронтів, водних мас. Він дійшов висновку про пануючу вихорову структуру водної товщі океану, на чому настоювали А. С. Монін, О. М. Мамаєв, Т. А. Айзатуллін із співробітниками ще в 70–80-х роках минулого століття. Поважаючи капітальні роботи інших дослід-

ників, ми вважаємо дуже важливими дослідження професора О. П. Нікітіна, який навів характеристики та генетичні риси різних природних систем у Світовому океані. І вони є вкрай сприятливими для визначення природної ієрархії в межах таласогену (Шуйський, 2019, 2023 б), що є темою цієї статті.

Останніми кількома десятиріччями вирішується декілька наукових океанографічних ідей про глобальні океанічні циркуляції та появу нових гідрофізичних явищ. До них відносяться перш за все уявлення про глобальний водний океанічний конвеєр (т.з. «петля Брокера»: Вroecker, 1991, 2017) і про значущу придонну глибинну турбулентність під впливом змін щільності води та нерівностей рельєфу дна (т.з. «бентичні шторми») за даними низки океанографів із США та Англії (Abrupt Climate Change, 2002) та з матеріалів та висновків дисертації Н. О. Нікітіна. Наші дослідження матеріалів та висновків вказаних дослідників дозволило визначити, чи годяться вони для розробки теми нашої статті, а якщо годяться, то в чому і в якому вигляді.

Горизонтальна та вертикальна структура водної товщі Світового океану. Сьогодні встановлені майже всі елементи структури водного шару, риси його диференціації за вертикальним та горизонтальним напрямками. Головним елементом цієї структури є вихори різних масштабів. Вони охоплюють товщу води від поверхні та до глибини, але із глибиною вихрове перемішування гальмується, а швидкості течій знижуються до невеликих (Каменкович та ін., 1987; Kharif, Pelinovsky, 2003; Haring et al., 1978). Із зменшенням глибини, особливо на вертикальних перепадах донного рельєфу,

зокрема, на підводних порогах та кромках окрайок шельфів, структура водного шару ускладнюється, виникають активні вихори, що порушує напрямки та швидкості струмів води (Engen et al., 2003; Haring et al., 1976). Аналогічні порушення вітрових та дрейфових течій виникають під впливом крижаних полів (De Vernal et al., 2005; Drake et al., 1978). При накладанні одного вихора на інший в умовах різних температур, різного режиму вітрів різного типу (циклонів, антициклонів, мусонів, пасатів та їх різновидів), різних глибин та різного рельєфу дна, впливу прісного поверхневого стоку та інших причин, закономірно формується горизонтальна та вертикальна структура. Показовим чітким горизонтальним індикатором структури, що також впливає і на внутрішньо-водні елементарні таласогенні системи, вважаємо розподіл океанічних фронтів (рис. 3), за висновками Т. А. Айзатулліна та ін., В. М. Каменковича та ін., А. С. Саркісяна, В. Ф. Суховій, Ч. Н. Пекхема (Packham, 2020) та інших авторів.

Підкреслюємо, що горизонтальна диференціація була досліджена раніше, тому що мова точиться про поверхневий шар океану, який насичується сонячною енергією і де формуються первинні окремі водні маси (Саркісян, 1974; Menard, 1978). Певна низка ознак такого розподілу міститься на рис. 1–4, які й сьогодні суттєво не змінилися. Одночасно їх аналіз показав щільний, невідпорний зв'язок із вертикальною диференціацією та розвитком вертикальних системних одиниць ієрархічного ряду.

Першим найзагальним прикладом є вертикальні структурні зони океану, за В. Н. Степановим. В даному разі наведемо приклад формування вертикальних структурних зон на прикладі Атлантичного океану (рис. 5). Хоча приклад містить не такий повний перелік та характеристики окремих зон, як в Тихому океані, але його загальна будова достатня, щоби показати динамічно-структурні особливості, напрямки та закономірності водообмінів. Наведений приклад показує, що вертикальна товща водного шару океану поділяється, крайньою мірою, на 4 структурні зони: *а*) поверхневу; *б*) проміжну; *в*) глибинну; *г*) придонну в найнижчій частині водної товщі океану. Взаємодія між ними запускає механізм диференціації цієї товщі, упритул до вихорів елементарного ієрархічного ряду в межах талассогенної системи.

Вертикальна структура водного шару океану. Як можна бачити (рис. 1–4), в океані склалося закономірне поле температури та солоності морської води. В результаті розподілилися значення щільності води, яка є вкрай нерівномірною. Відтак, стала розвиватися система горизонтальних та вертикальних рухів води (рис. 2). Їх різні фізико-хімічні властивості обумовили розподіл за цими властивостями, і окремі частини цієї нерівномірності призвели до їх відокремлення океанічними гідрофронтами (рис. 3). Як і взагалі, океанічне розмежування водної товщі, окремі підсистеми є квазістабільними, бо океан виступає як динамічна система. Але разом із тим, сучасний фактичний матеріал дозволяє досить надійно визначити загальну достовірну схему горизонтального географічного розподілу типів вертикальної стратифікації солоності та щільності води у Світовому океані (рис. 4). Причому, в кожній зоні інструментально зафіксована певна самостійність та чіткі тренди в системах обертання, спрямовування вод океану. Тому горизонтальна диференціація веде до формування вертикальної, що, за О. Д. Добровольським, В. Г. Кортон та В. Н. Степановим, є однією із найважливіших фундаментальних ознак єдності водної товщі Світового океану. Недарма Т. Т. Форман (Forman, 1997) та Ю. Д. Шуйський (Shuisky, 2021) наголошують на висновку, що і океанічний шар води має мозаїчну структуру, як і вся географічна оболонка.

Світовий океан, разом із усіма підрозділами, утворює глобальний системний (талассогенний) сектор, поряд із ландшафтним та прибережно-морським (аквашафтним). В кожному океані склалися власні структурні зони, які в загальному вигляді є подібними. Типовим, який викарбовує провідні риси, є зони в Атлантичному океані (рис. 5). Тому тут використовується саме його динамічна схема структурних зон.

Окрім фізико-хімічної будови, на наявність структурних зон може вказувати екологічний індикатор. Він показує на наявність тяготіння окремих класів живих істот до різних зон та етажів водної товщі талассогенної природної системи (рис. 6). На схемі представлені найзагальніші особливості локації бентосу на різних глибинах придонної зони. Макроводорості тяжіють до поверхневої зони, до середовища фотосинтезу, як і більшість планктону. Нектонні організми можуть

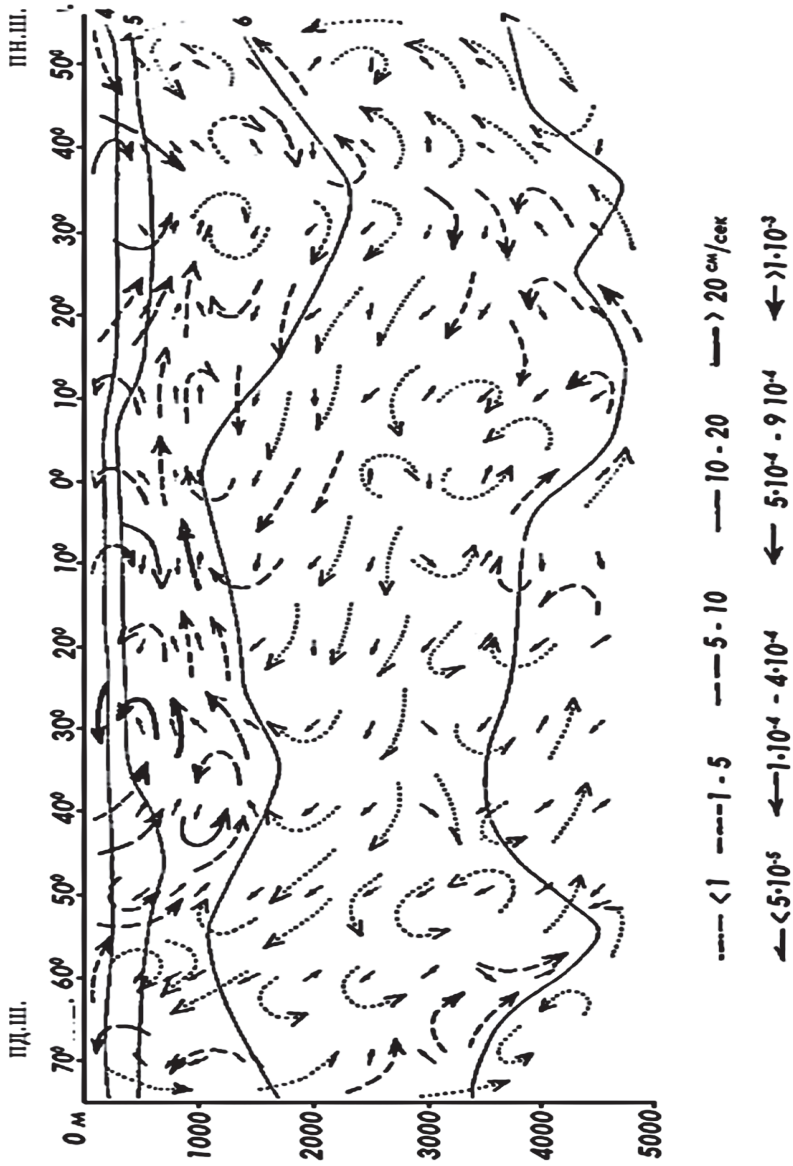


Рис. 5. Схема загальної вертикальної диференціації водної товщі Світового океану у вигляді вертикальних структурних зон (на прикладі Атлантичного океану). Представлений профіль побудований у меридіональній площині. Цифрами правіше суцільних субгоризонтальних ліній вказані нижні межі структурних зон: 4 – поверхневої; 5 – шару переходу по-між окремими вертикальними зонами; 6 – проміжної зони; 7 – глибинної зони. Нижче локалізувалася придонна зона із найбільш холодною водою. Наведені стрілки різних виглядів (верхній ряд) позначають швидкості меридіонального руху води. Вертикальний рух води показаний головками цих стрілок, у відповідності із градаціями, см/сек (за матеріалами досліджень В. Н. Степанова, 1974).

зустрічатися на більшості глибин, але переважно в поверхневій та проміжній зонах. В теплих водах океанів переважає планктон із карбонатними чурупками, а в холодних – із кременястими, що обумовлює притягання відповідних споживачів планктону, відповідно до дії процесів диференціації (вертикальної стратифікації). Більшість морських тварин «полнобляє» середовище поверхневої структурної зони, яка дуже добре вентильовується на насичена харчами.

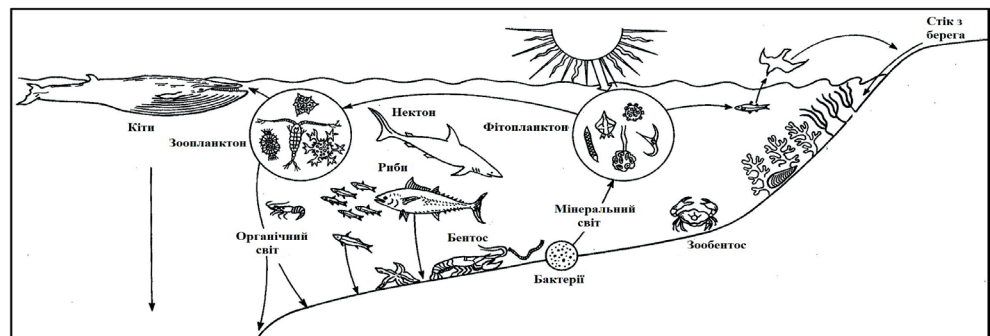


Рис. 6. Загальна схема екологічної системи Світового океану. Стрілками позначені трофічні зв'язки, кругообіг речовини та енергії у різних структурних зонах Світового океану (з робіт К. М. Петрова).

Викладене дозволяє стверджувати, що в окремих океанах доцільно розглядати вертикальну мегастратифікацію в кожній зоні окремо. Чотирьохшарова система вертикального водообміну визначається провідною закономірністю: наявністю щільного взаємозв'язку між циркуляціями в межах зон, їх структурою та водообміном між зонами (рис. 5). Перш за все, в горизонтальний рух води залучається вся поверхнева зона під впливом потужної взаємодії між атмосферою та океаном. Потоки руху та загальний фон циркуляції зберігаються до глибин 200 м, подекуди – більше. На наведеній схемі добре видно чіткий зв'язок між вертикальною та горизонтальною циркуляцією (Айзатуллин та ін., 1984; Мамаев, 1970; Menard, 1977; Packham, 2020). В межах антициклонічних кругообігів домінує горизонтальний рух із суттєвою меридіональною складовою, його пересічна швидкість складає 10–20 см/сек, місцями до 40–50 см/сек. Вертикальні значення в цих течіях звичайно дорівнюють $\leq 0,5$ см/сек. В межах циклонічних кругообігів горизонтальні швидкості течій носять строкатий характер із швидкостями 5–15 см/сек. При цьому вертикальна складова течій становить $\leq 0,2$ см/сек, хоча може сягати 2 см/сек. В цілому величина меридіональної компоненти складає близько 0,2 частини від величини швидкості у поверхневій течії.

На прикладі поверхневої структурної зони нами наведені дані, які показують особливості мегасистем океану не тільки з боку змін солоності та температури, але й з боку динаміки вод і водообміну в цілому. Цим чітко визначаються окремі

таласогенні системи, що має місце і на суходолі, але за іншими показниками та рисами, яких на суходолі немає.

Ієрархічна структура водної товщі в океані. Протягом довготривалого часу первинних досліджень (згодом – вимірювань) з'явився дослідницький матеріал, який дозволяє скласти уявлення про Світовий океан як системне середовище, спроможне розчленуватися у горизонтальному напрямку. Ці системи ми пропонуємо називати таласогенними (TG) різного рівня ієрархічної організації (від 10 до 1) у складі єдиного океану (TG_{10}) (Шуйський, 2019, 2023; Шуйський, Вихованець, 2023).

Протягом інтенсивного комплексного міжнародного дослідження Світового океану, починаючи від Першого Міжнародного геофізичного року в середині ХХ ст., початку досліджень на океанічних полігонах, щільного комплексного міжнародного співробітництва, масового комплексного багатofункціонального застосування одного НДС, – відтоді планетарного рівня набуло чітке поділення океанічного шару також і на вертикальні структурні зони (**рис. 5**). Нами такий поділ визначається як найбільш загальний вертикальний від поверхні до дна, у вигляді структурних зон (океанічна, нижче розташувалася *проміжна*, ще глибше – *глибинна зона*, і нарешті – *придонна* на максимальних глибинах, особливо – система рівня TG_9). Вона включає 4 провідні зони. Найбільш динамічною є *поверхнева* в Антарктиці та Арктиці. Шари переходу між зонами характеризуються певною, але чіткою динамічною стабільністю, а тому формуються як наступний об'єкт ієрархічного ряду TG_8 . Кожна структурна зона розчленовується на природні таласогенні системи меншого рівня організації, як результат взаємодії елементів вертикальної та горизонтальної диференціації всієї водної товщі Світового океану та його морів.

Кожна структурна зона поділяється на *водні маси* (система рівня TG_7). Подібний розподіл відбувається також і в межах берегової зони морів (Шуйський, 2019, 2023; Шуйський, Вихованець, 2023). В поверхневій структурі водні маси відповідно є поверхневими і віднесені до підрівня TG^a . Вони формуються на контактній активній взаємодії океану та атмосфери, де утворюється їх найбільша кількість і відбувається найактивніший обмін енергією та речовиною. Вони є *первинними*. *Вторинні водні маси* (підрівень TG^b) утворюються в більш глибоких зонах в процесі взаємодії на контактних шарах між зонами та дією турбулізації води із різною каламутністю, температурою, солоністю.

Особливо чітко та наочно в поверхневій структурній зоні простежується тісна взаємодія між водними масами, під впливом розподілу щільності води та режиму вітрових потоків. Відповідно формуються вітрові та дрейфові *океанічні течії* (система рівня TG_6), з різними фізико-хімічними і динамічними властивостями. Пересування водних мас утворює взаємодію між ними, що веде до виникнення *гідрологічних фронтів* із дуже складною структурою (система рівня TG_5). Взаємодія окремих водних мас формує *апвелінги* (система рівня TG_4) та *даунвелінги* (система рівня TG_3), які сприяють потужному вертикальному водообміну. Вони

виступають однією із важливих причин появи зон *конвергенції* та *дивергенції*, *океанічних циркуляцій*, в тому числі циклонічних та антициклонічних системи TG^{VA} та TG^{WI} (системи рівня TG_2). В межах систем $TG_2 - TG_{10}$ діють *локальні течії* як галузі від основних стаціонарних та *турбулентності* («мікротурбулентності») (TG_1), часом ефемерні ситуаційні. Всі вони $TG_1 - TG_{10}$ утворюють загальний *ієрархічний таласогенний ряд* відповідного рівня організації, від найвищого до найнижчого рівня, від найскладнішого до елементарного, і навпаки (Шуйський, 2019, 2021). Взаємодія між системами є безперервною та утворює єдине водне поле океану як динамічного сектору географічної оболонки, відповідно до провідних фізико-географічних властивостей Світового океану. Здавня аналогічний ряд утворюється у межах ієрархічного ряду ландшафтного (терригенного) та прибережно-морського (аквашафтного), причому, початок обумовлений появою елементарних систем різних типів, як надійно обґрунтовують автори (Гродзинський, 2005; Шуйський, Вихованець, 2023).

Після визначення та обґрунтування таласогенних систем різного рівня системної організації, нами була здійснена спроба встановити корелятивне співвідношення ієрархічних рядів в межах таласогенного сектору, з одного боку, а з іншого – із мегасекторів терригенної (ландшафтної) та прибережно-морської (аквашафтної) мегасистем. Ми виходили з того, що будь-яка природна диференціація в географічній оболонці починається від найпростіших, елементарних систем, рівня фацій та сітки фацій. З часом процес диференціації ускладнюється, включаються додаткові фактори впливу, природні компоненти, зростає площа охоплення у всіх секторах, як правило, неодноразово. Природна взаємодія окремих систем сприяє встановленню меж та межових стяг і смуг. Відтак, складність систем зростає. Елементарні системи входять до більш складних, ті в свою чергу до наступних і т.і., упритул до системної структури всього сектору, із його складністю, розгалуженістю, мозаїчністю та динамікою. Вважаємо, що викладений матеріал може обумовити розробку географічної систематизації природних екзогенних систем.

Викладене свідчить про те, що названі природні системи не є ландшафтними (кореневі частини *land* та *schafit*), бо не є терригенними (від кореня *terra* – суходол). А ландшафтна частина географічної оболонки не є оболонкою («ландшафтною оболонкою»), відповідно до визначень (Арманд, 1975; Гродзинський, 2005; Foman, 1997). Відтак, відкриваються нові шляхи подальшого розвитку фізичної географії як науки про Землю, шляхи до систематизації географічних систем різного рівня у різних середовищах.

Перспективні дослідження. На сьогоднішній день виконані певні дослідження гідрофізичної структури Світового океану. Вона мало вписується у адаптовані уявлення про ієрархію у природній системі Океану. Але у наступному етапі досліджень ці уявлення можуть бути використані вельми ефективно та продуктивно, за висновками А. С. Моніна, Н. С. Роджера, О. П. Нікітіна та Н. Н. Кошлякова. Зокрема, важлива інформація була отримана А. В. Соколом під час океанографіч-

них експедицій на НДС «Академік Курчатов» у антарктичних і гольфстримових водах, у місцях енергоактивних зон.

Серед найбільше важливих (окрім розробок про сучасні зміни клімату) вважаємо наукові ідеї про такі всеокеанічні явища як циркуляції за т.з. «петлею Брокера» (Broecker, 1991, 2017) (схема на рис. 7) та за «бентичними течіями» (частина дослідників називає останні «бентичними штормами» в роботі: Abrupt Climate Change, 2002). На їх шляху стали суттєві труднощі реального виявлення дуже тонких гідромеханізмів, незважаючи на оптимізм Майкла С. Грегга, і вже до 40 років не можна створити відповідні повноважні теорії на підставі обох ідей.

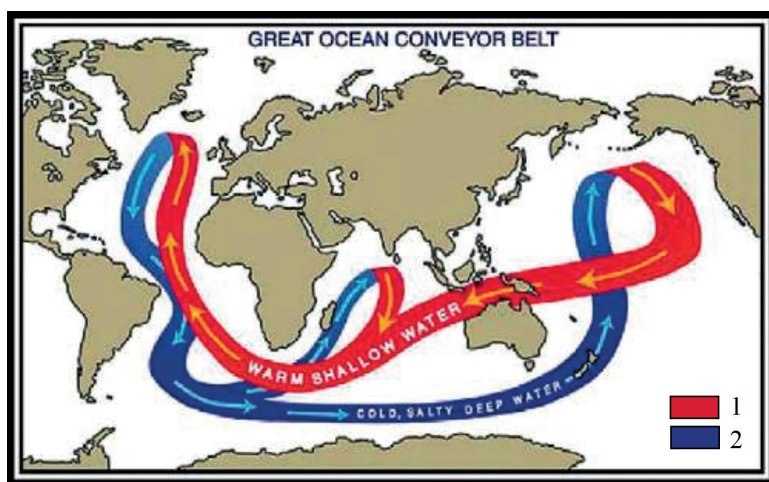


Рис. 7. Загальна схема великого океанського конвеєру:
1 – поверхнева тепла вода, 2 – холодна, солоня глибока вода
(з роботи W.S. Broecker, 2017)

Так, важливо, що з'явилися вкрай чутливі вимірювальні прилади, але при цьому складаються і труднощі. Із подальшим застосуванням цих приладів важко встановити точну локацію повторних вимірів та до того ж накопичуються похибки значень солоності та температури води в умовах дуже динамічного водного середовища водної товщі океану, а ще й до того у межах глибинних та придонних зон океану. Названі явища характеризуються вкрай малими швидкостями морської води в умовах дії вітрів, внутрішньоводних хвиль, наймалих змін щільності води на поверхні та на глибинах. Тому й зараз не можна сказати щось надійне про розповсюдження, кордони, характер інтенсивності, про процеси взаємодії із вихорами різного рівня та вже встановленими течіями на різних структурних зонах й ще багато чого. Сьогодні можна відносно реально казати про вихрову структуру бентичних штормів та про горизонтальну перебудову течій у поверхневій структурній зоні під впливом сучасних змін клімату та водного балансу вод океану. Але при цьому не має надійних обґрунтованих

даних про відповідні процеси взаємодії поверхневої зони із іншими зонами, що розташовані нижче й до самого дна. Якщо петля Брокера є стійкою природною системою, має власну локацію, стійкий тренд формування, зберігається на досить довгий час, то чому до сьогодні майже нічого не чуємо про її вплив на проміжну та глибинну структурні зони та на розвиток бентичних течій? Багато питань і багато неясного в тому, що має суттєве значення для будови природної системи Світового океану, загальної системної ієрархії талассогенних систем. При цьому, що спонукає текти безперервно (із значущою вірогідністю протягом сотень років) на різних горизонтах холодну та теплу воду на стійких трасах?

Відповідно, до поточного часу названі тут наукові ідеї про природу водної товщі Світового океану не є дослідженими до того рівня, який дозволяє урахувати відповідну наукову інформацію для подальшої фізико-географічної систематизації. До того ж основна інформація надходить від океанічних полігонів по вивченню явищ бентичних штормів та пасма великого океанічного конвеєра у природних умовах. А цих полігонів замало, працювати на них коштовно, а наводити дані до єдиного знаменника дуже важко та ненадійно. Кінцеві результати отримуються розрахунковими методами, що потребує величезної інформаційної маси.

Критичні вислови автора не означають відторгнення усіх двох ідей. Робота над ними розглядається як науковий поштовх до реального результату, до подальших досліджень, до достовірних уявлень нових глобальних змін, які поведуть за собою планетарні наслідки у межах географічної оболонки.

Тут важливо, що наслідки можуть бути застосовані у процесі певної загально-географічної систематизації об'єктів не тільки у Світовому океані, але і у межах усієї географічної оболонки.

ВИСНОВКИ

Історія Землі супроводжувалася екзогенною диференціацією, що призвело до утворення явища, яке сьогодні називається «географічна оболонка». Вона включає в себе, окрім окремих геосфер, також мегасектори: океанічний («талассогенний»), терригенний («ландшафтний»), прибережно-морський («аквашафтний»).

В межах талассогенного сектору розташований Світовий океан, який включає а) водну товщу; б) дно океану. Багаторічні дослідження Світового океану обумовили диференціальне визначення у водній товщі більш дрібні системи, упритул до елементарних, за ознаками та розподілом солоності, температури та щільності океанічної води. Найкрупнішими гідросистемами є структурні зони, наймасштабніші течії, гідрологічні фронти та первинні водні маси. Кожна з них поділяється на складові частини, які у власну чергу, утворюють детальні системи більш низького порядку. Всі вони розглядаються як окремі таксони, що є неповторними та відрізняються від генетично інших так же, як і всі інші відрізняються від тих, що розглядаються (відповідно до закону географічної локальності Шуйського). Система океанічного дна включає ендегенні та екзогенні

геоморфологічні («геоструктурні») та седиментаційні («геоскульптурні») форми. Їх систематизація виходить від розділу спочатку на групи мегаформ основних та другорядних. Основні представлені материковою крайкою дна, материковим схилом, глибоководним улоговинням та серединним океанічним хребтом, причому, кожний із них теж має свій більш дрібний поділ. Саме нерівності поверхні дна є важливим фактором формування бентичних штормів в умовах вихрової структури водної товщі.

Досліджена реальна можливість географічної кореляції ієрархічних рядів океанічного («талассогенного») середовища та екзогенного ландшафтного середовища як один із шляхів до розробки єдиної географічної теорії, до виявлення системної структури географічної оболонки Землі. Поточного часу у морській географії активно дискутується важлива наукова проблема про зміни клімату, пов'язані із ними зміни рівневої поверхні океану, вітрової глобальної циркуляції, структури просторових неоднорідностей полів течій, розподілу океанографічних характеристик на полігонах досліджень, циркуляції води у Світовому океані, гідрології фронтантальних зон і т.і. Як наслідок, протягом кількох десятиліть визначилося дві провідні ідеї: а) про великий океанічний конвеєр; б) про т.з. бентичні шторми у придонній структурній зоні океану. Аналіз показав, що у сучасному вигляді ці розробки практично не впливають на систематизацію океанічних структур ієрархічного талассогенного ряду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір [монографія у 2-х томах]. Київ: Вид-во Київський університет, 2005. Т. 1. 503 с.
- Ель-Хадрі Ю., Берлінський М.А., Сліже М.О., Дерик О.В. Формування аномалії температури поверхні Мексиканської затоки під впливом урагана «Саллі» 11–17 вересня 2020 року // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2023. Том 28. Вип. 1 (42). С. 26–39.
- Шуйський Ю.Д. Досвід чисельної оцінки алювіальних та абразійних джерел живлення осадовим матеріалом берегової зони Світового океану // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2015. Том 20. Вип. 2 (25). С. 48–73.
- Шуйський Ю.Д. Про природні системи в різних областях географічної земної оболонки // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія Географія. 2019. Том 31. Вип. 3–4. С. 5–15.
- Шуйський Ю.Д. Питання про загальну будову географічної оболонки Землі // Матеріали II Міжнар. конф. пам'яті проф. Лебедева В.Б. «Теорія і практика берегознавства та природокористування». Одеса: Вид-во ОНУ імені І.І. Мечникова, 2023. С. 45–50.
- Шуйський Ю.Д., Вихованець Г.В. Системна диференціація природних об'єктів у береговій зоні Світового океану // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2023. Том 28. Вип. 2 (43). С. 113–132.
- Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises // Proceeding National Research Council. Washington D. C.: The National Academies Press, 2002. 252 p.
- Broecker, W. C. The great ocean conveyor // *Oceanography*. 1991. Vol. 4. № 2. P. 79–89.
- Broecker, W. S. When climate change predictions are right for the wrong reasons // *Climatic Change*. 2017. Vol. 142. № 1–6. P. 17–27.
- De Vernal A., Hillaire-Marcel C., Darby D. A. Variability of the sea ice cover in the Chukchi Sea (western Arctic Ocean) during the Holocene // *Paleoceanography*. 2005. Vol. 20. P. 46–61.

- Dixon Ch., Spencer J.K. The Ocean: The Ultimate Handbook of Nautical Knowledge. New York: Chronicle Books Publ. 2021. 350 p.
- Drake Ch., Imbrie J., Knauss J., Turekian K. Oceanography: holt, rinehart, winston. Harper&Row Publ. Co.: New York-San Francisco-London, 1978. 470 p.
- Engen O., Eldholm O., Bungum H. The Arctic plate boundary // Journal Geophysical Research. 2003. Vol. 108. P. 153–205.
- Forman T.T. Land Mosaics. Cambridge: University Press, 1997. 632 p.
- Fu Y., Lozier M.S., Bilo T.C. et al. Seasonality of the Meridional Overturning Circulation in the subpolar North Atlantic // Communications and Earth Environment. 2013. Vol. 4. № 181. P. 124–145.
- Haring R.E., Oseborne A.R., Spencer L.-P. Extreme wave parameters based on continental shelf storm wave records // Proceed. of 15th Coastal Engin. Confer. V. 1. 1976. P. 151–170.
- Kharif C., Pelinovsky E. Physical mechanisms of the rouge wave phenomenon // European Journal of Mechanics. Ser. B. 2003. V. 22. № 6. P. 603–634.
- Menard H.W. Ocean Sciences. San Francisco: Frimen & Co Publ. 1977. 372 p.
- Packham Ch.N. The Science of the Ocean: the Secrets of the Seas Revealed. London: Dorling Kinderslein Ltd., 2020. 336 p.
- Shuisky Yu. D. About concept forming about «Landscape Cover» of the World in Physical Geography // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2021. Том 26. Вип. 1 (38). С. 81–94.

REFERENCES

- Grodzinskiy, M. L. (2005). Piznannya landshaftu: mistse i prostir (Monographia u 2-h tomah) (Development of Landscapes: Place and Time) Kyev: KNU Press. Vol. 1. 503 s. [in Ukrainian]
- El-Hadri Yu., Berlinsky, N. A., Slizhe, M. O., Deryk, O. V. (2023). Formuvannya anomalii temperatury poverhni Meksykanskoyi zatoky pid vplyvom uraganu “Salli” 11–17 veresnia 2020 roku (Sea surface temperature anomalies formation in the Gulf of Mexico under the influence of hurricane “Selli” on September 11–17, 2020). *Herald of Odessa National University. Series Geography & Geology*. Vol. 28. Issue 1 (42). 26–38. [in Ukrainian]
- Shuisky, Yu. D. (2015). Dosvid chiselnyji otsinky alluvialnykh ta abraziynykh dzherel zhyvlyennya osadkovym materialom beregovoyi zonu Svitovogo okeanu (Experience of numerical estimates of alluvial and abrasive sedimentary material sources for the coastal zone of the World ocean). *Herald of Odessa National University. Series Geography & Geology*. Vol. 20. Issue 2 (25). 48–73. [in Ukrainian]
- Shuisky, Yu. D. (2019). Pro pryrodni systemy u riznykh oblastiakh geografichnoyi zemnoyi obolonky (About natural systems in different fields of the Earth Geography Mantle). *Scientiphyc Notes of Vinnitsa State Pedagogical Univrs. Ser. Geography*. Issue 31 (3–4). 5–15. [in Ukrainian]
- Shuisky, Yu. D. (2023). Pytannya pro zagalnu budovu geographichnoyi obolonky Zemli (Several aspects of composition of Earth geographical mantle). *Proceeding of II Intern. Conference “Theory and Practice of Coastal Science and Natural Resource Usage”*. May 30, 2023, Odessa National University Press. 45–50. [in Ukrainian]
- Shuisky, Yu. D., Vykhovanetz, G. V. (2023). Systemna dyfferenziaziya pryrodnykh ob'ektiv u beregovii zoni Svitovogo okeanu (Systematic differentiation of natural objects in coastal zone of the World ocean). *Herald of Odessa National University. Series Geography & Geology*. Vol. 28. Issue 2 (43). 113–132. [in Ukrainian]
- Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises (2002). *Proceeding National Research Council. Washington D. C. The National Academies Press*. 252 p.
- Broecker, W. C. (1991). The great ocean conveyor. *Oceanography*. Vol. 4. № 2. 79–89.
- Broecker, W. S. (2017). When climate change predictions are right for the wrong reasons // *Climatic Change Sci. Journal*. Vol. 142. № 1–6. 17–27.
- De Vernal A., Hillaire-Marcel C., Darby D.A. (2005). Variability of the sea ice cover in the Chukchi Sea (western Arctic Ocean) during the Holocene. *Paleoceanography Journal*. Vol. 20. 46–61.
- Dixon Ch., Spencer J.K. (2021). *The Ocean: The Ultimate Handbook of Nautical Knowledge*. New York: Chronicle Books Publ. 350 p.
- Drake Ch., Imbrie J., Knauss J., Turekian K. (1978). *Oceanography: holt, rinehart, winston*. Harper&Row Publ. Co.: New York-San Francisco-London, 470 p.
- Engen O., Eldholm O., Bungum H. (2003). The Arctic plate boundary. *Journal Geophysical Research*. Vol. 108. 153–205.
- Forman T.T. (1997). *Land Mosaics*. Cambridge: University Press. 632 p.

Fu Y., Lozier M.S., Bilo T.C. et al. (2013). Seasonality of the Meridional Overturning Circulation in the subpolar North Atlantic. *Communications and Earth Environment*. Vol. 4. № 181. 124–145.

Haring R. E., Osborne A. R., Spencer L.-P. (1976). Extreme wave parameters based on continental shelf storm wave records. *Proceed. of 15th Coastal Engineering Conference*. Vol. 1. 151–170.

Khariif C., Pelinovsky E. (2003). Physical mechanisms of the rouge wave phenomenon. *European Journal of Mechanics. Ser. B*. Vol. 22. № 6. 603–634.

Menard H. W. (1977). *Ocean Sciences*. San Francisco. Frimen & Co Publ., 372p.

Packham Ch. N. (2020). *The Science of the Ocean: the Secrets of the Seas Revealed*. London: Dorling Kinderslein Ltd. 336 p.

Shuisky Yu. D. (2021). About concept forming about «Landscape Cover» of the World in Physical Geography // *Herald of Odessa National University. Series Geography & Geology*. Vol. 26. Issue 1 (42). 81–94.

Надійшла 03.03. 2024

Yu. D. Shuisky

Odesa I. I. Mechnikov National University

Department of Physical Geography, Nature Management and

Geoinformation Technology,

2 Dvorianska St, Odesa, 65082, Ukraine

physgeo_onu@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-5308-0233>

NATURAL SYSTEM PECULIARITIES OF THE WORLD OCEAN WITHIN THE GEOGRAPHICAL COVER

Abstract

Statement of the problem. According to theoretical developments in the fields of Oceanography and system-geographic analysis has been proposed hierarchy of natural systems in the water column of the Ocean. The first attempt to correlate landscapes on land and ocean systems was undertaken. Differentiation of the oceanic natural environment, list of systems from the level of the opened ocean aquathory to the level of individual vortices deep sea and offshore shallow waters were elaborated and analyzed. The intended future path of the synchronous study of hierarchical ranks of the coastal zone and water column of the ocean, composed of the geographic shell of the Earth. As a result, significant improvements in Oceanography and Physical Geography we are expecting.

Purpose. It was established the fundamental difference in the structure of the waters, and vertical water column in the features of the natural system and its hierarchy in the World Ocean as a separate stage of the geographical envelope of the planetary level, the differences and patterns of development. By the way, the conclusions offer a preliminary outline of further steps to create system views for all parts of the geographic cover, a kind of preliminary plan in the form of the zero – hypothesis.

Basic methods. The main material presents the theoretical developments of the researchers whose work is contained in the list of references. It was an original synthesis in which the research object is decomposed into several less complex oceanic parts, with different locations, structures, properties, different dynamics, and interactions between different natural marine systems. Along with this, as a theoretical, applied methods of analysis, comparative-geographical, cartographic, idealization, and abstraction.

Results & Discussion. The natural geographical cover of Earth is the largest and complex physiographic exogenous system, which consists of three main subdivisions: *a*) lands of continents and islands; *b*) global water layer of the World Ocean; *c*) the contact environment between *a* and *b* – it named a coastal zone of the Ocean. Each of them is characterized by own origin, own sizes, a geographical location on Earth and concerning each of them, the building, a hierarchical number, elements, components, streams of substance and energy and etc.

Principles differences between the main global natural surroundings of geographic cover are demanding to fix the separate names for every of subdivisions *a*, *b* and *c*. As a natural law, every geographical object and element has separate name and corresponding conception. In the connection, we have propositions for each of the subdivisions to confer the different geographical denominations. For instance, for natural systems within land of mainland and islands we retained in term «*landscape*», according to long tradition. That is why, not very long time ago, we named geographical coastal zone systems of different levels as «*aquaschafts*», and today we named the World Ocean natural systems as a «*thalassogens*». All of them characterized geographical differentiation by hierarchical lines.

Installed fundamental differences in the content major (planetary) levels of geographical cover of the planetary level, differences, and patterns of development. For the first time a hierarchical series of natural systems in the World ocean, ranging from a single ocean and its divisions, and to individual objects at different latitudes and depths. Considerable difficulties emerged during the allocation of oceanic tracts, facies mosaics and separate facies. The first attempt to develop a hierarchical series of thalassogen, compare it with a number of landscapes. In the article, the author expressed several reproofs about benthic storms and great ocean conveyor belt for systematic classification within vertical layer of the Ocean waters. During current years serious arguments absent for applicability analyzed two “ideas” in the investigation of geographical classification of the global thalassogenous (oceanic) natural system. The system is very complicated and distinguishes from different systems of lower levels, which form the hierarchical natural line.

Key words: natural systems, the ocean, stratification, hierarchical series, aquasoft, thalassogen, taxons.