

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра Водних біоресурсів та
аквакультури

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Вплив глобальних кліматичних змін на стан біоресурсів
Світового океану

Виконав студент 2 року групи МВБ 61
спеціальності 207 Водні біоресурси та
аквакультура

Раєв Станіслав Діомидович

Керівник док.с-г.н., проф.

Шекк Павло Володимирович

Рецензент к.с-г.н., доц.

декан біолого-технологічного
факультету ЛНУВМБ
ім. С.З.Гжицького

Лобойко Юрій Володимирович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра Водних біоресурсів та аквакультури

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 207 Водні біоресурси та аквакультура

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Шекк П.В.

“ 02 ” 11 2017
року

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

Расву Станіславу
Діомидовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вплив глобальних кліматичних змін на стан біоресурсів
Світового океану

керівник роботи Шекк Павло Володимирович, док.с-г.н., проф.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від “02” листопада 2017
року № 321-С

2. Строк подання студентом роботи 01 лютого 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи Робота присвячена вивченню впливу глобальних
кліматичних змін на стан водних живих ресурсів Сітового океану.

Мета роботи: Аналіз сучасного стану Світового океану, змін, що
відбуваються в результаті глобальних змін клімату та характеристика
сучасного стану біоресурсів, їх реакції на зміни клімату та пристосування до
цих змін.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Детальний аналіз наявної в літературі інформації що до клімату Світового океану, глобальних кліматичних змін, та їх впливу на стан біоресурсів Світового океану.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Обов'язковими рисунками є ті що ілюструють місце досліджень, графіки та таблиці, які характеризують ті чи інші показники, що використовуються для розрахунків та прогнозів необхідних для вирішення поставлених задач.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Аналіз наукової літератури з досліджуваної теми. Написання першого розділу магістерської роботи	02-30.11.17	70	добре
2	Визначення напрямків і методів дослідження. Характеристика кліматичних змін, що відбуваються в екосистемі Світового океану під дією глобального потепління. Написання другого розділу магістерської роботи	01-25.12.17	70	добре.
3	Рубіжна атестація	25-29.12.17	70	добре
4	Аналіз глобальних кліматичних змін та їх впливу на стан біоресурсів Світового океану. Характеристика змін водного режиму різних екосистем та популяційних характеристик гідробіонтів, в умовах зростаючої кліматичної трансформації. Написання розділу 3 магістерської роботи	01-15.01.18	70	задов..
5	Аналіз та узагальнення отриманих результатів дослідження. Формулювання висновків за результатами магістерської роботи	15-18.01.18	70	задов.
6	Оформлення магістерської роботи	19-25.01.18	70	добре.
7	Перевірка роботи науковим керівником, надання відгуку	26-31.01.18	70	задов.
8	Перевірка роботи завідувачем кафедри	01.02.18		задов.
9	Перевірка на плагіат	05.02.18		
10	Надання рецензенту перевіреної на кафедрі роботи	14-15.02.18		задов.
11	Попередній захист роботи на кафедрі	16.02.18		задов.
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		70,0	задов

Студент

(підпис)

Раєв С. Д

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шекк П.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Раєв С. Д., магістр кафедри Водних біоресурсів та аквакультури

В роботі аналізуються глобальні кліматичні зміни і їх вплив на стан біоресурсів Світового океану. Представлені дані характеризують зміни водного режиму різних екосистем та популяційні характеристики гідробіонтів, в умовах зростаючої кліматичної трансформації. Розглянуто стан біоресурсів Світового океану, дана характеристика змін у трофічних ланцюгах, чисельності окремих популяцій гідробіонтів в залежності від зовнішніх факторів. Надається прогноз щодо кліматичних змін у майбутньому і можливості пом'якшення збитків для світового рибного господарства.

Мета роботи полягала в аналізі сучасного стану Світового океану, змін, що відбуваються в результаті глобальних змін клімату та характеристики сучасного стану біоресурсів, їх реакції на зміни клімату та пристосування до цих змін.

Наукова робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та переліку посилань. Викладена на 78 сторінок тексту, включає 2 таблиць та 7 рисунків. Список літератури включає 72 джерела.

Ключові слова: *Світовий океан, глобальні кліматичні зміни, популяції гідробіонтів, водні біоресурси, світове рибництво.*

SUMMARY

Raev S.D., Master of the Water Bioresources and Aquaculture

The paper analyzes global climate change and their impact on the state of the bioresources of the oceans. The presented data characterize changes in the water regime of various ecosystems and population characteristics of hydrobionts, in conditions of growing climate transformation. The state of the bioresources of the oceans is considered, the characterization of changes in the trophic chains and the number of individual populations of hydrobionts are given depending on external factors. The forecast for climate change in the future and the possibility of mitigating losses for the global fisheries industry are provided.

The purpose of the work is to analyze the current state of the oceans, the changes that occur as a result of global climate change and the characteristics of the current state of biological resources, their response to climate change and the adaptation to these changes.

Scientific work consists of an introduction, three sections, conclusions and a list of references. Listed on 78 of the text, includes 2 tables 7 drawings. References include 72 sources.

Key words: the world ocean, global climate changes, population of hydrobionts, water bioresources, world fish farming.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ.....	5
1.1 Історія дослідження світового океану.....	5
1.2 Стан біологічних ресурсів Світового океану.....	8
1.3 Вплив змін клімату на морські біоресурси.....	15
1.4 Потенціальна продуктивність Світового океану.....	20
2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
3.1 Значення океану в формуванні клімату планети.....	24
3.2 Особливості газообміну океану з атмосферою.....	34
3.3 Можливі наслідки кліматичних змін для морських екосистем.....	40
3.4 Продуктивність Світового океану в умовах змін клімату.....	45
3.5. Біологічні ресурси океану і їх сучасний стан.....	49
3.6 Різноманіття океанічних екосистем, їх чутливість до зміни клімату.....	57
3.7 Загроза зміни клімату для біологічних ресурсів світового океану.....	64
3.8 Шляхи вирішення проблем кліматичних змін для світового рибальства..	68
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	76

ВСТУП

Актуальність теми дипломного проекту визначається необхідністю комплексного вивчення стану Світового океану, впливу глобальних змін клімату на нього та його біоресурси, які включають у себе різноманітні живі організми, починаючи від одноклітинних і закінчуючи рибою та морськими савцями, також впливу клімату на газообмін океану з атмосферою і на світове рибне господарство.

В останні роки клімат на Землі помітно змінюється: одні країни страждають від аномальної спеки, інші від надто суворих і сніжних зим, непригодних для цих місць [1].

За словами Інгера Андерсена, генерального директора МСОП, «потепління океану – одна з найбільших проблем, яка до сих пір погано усвідомлена, і до якої ми абсолютно не готові. Єдиний спосіб захиститися себе та біорізноманіття океанів – це швидко і суттєво обмежити викид парникових газів». Екологи говорять про глобальні зміни клімату, що включає збільшення середньої річної температури, що викликає таїння льодовиків, і підвищення рівня Світового океану [2]. Окрім потепління, відбувається також розбалансування всіх природних систем, що призводить до зміни режиму випадіння опадів, температурних аномалій та збільшення частот екстремальних явищ, таких як урагани, zalивання та засухи [3].

Знижується здатність океану перешкоджати зміні клімату за рахунок поглинання вуглекислого газу. Тим часом, світовий океан – це потужний «акумулятор тепла», що до сих пір рятував планету від перегріву.

Так, океан поглинає більше 90% всього тепла, яке виробляється людською цивілізацією. Вчені підраховали, що якби це тепло не поглинули верхні 2 кілометри світового океану, воно б пішло в атмосферу, і температура на Землі зросла б на 36 градусів, що призвело б до глобальної катастрофи, що знищила сучасну цивілізацію [4].

Світ досі надто переймається тим, що відбувається на суші, і мало розуміє, як змінюється світовий океан. А адже він лежить в основі

кліматичної системи планети. Зараз охоронювані природні території займають приблизно 15% площі поверхні, однак в світовому океані таких територій менше 4%. За розрахунками експертів, щоб зберегти здоров'я планети, ця цифра повинна бути збільшена до 30%.

Мета роботи: Аналіз сучасного стану Світового океану, змін, що відбуваються в результаті глобальних змін клімату та характеристика сучасного стану біоресурсів, їх реакції на зміни клімату та пристосування до цих змін.

Виходячи з поставленої мети в ході дослідження вирішувалися наступні завдання:

- оцінити екологічний стан Світового океану в умовах глобальних кліматичних змін;
- охарактеризувати зміни і сучасний стан біоресурсів Світового океану і їх зміни у часі;
- проаналізувати сучасний стан і умови формування чистої первинної продукції і харчових ланцюгів;
- надати характеристику впливу змін клімату на світове рибне господарство.

1 СТАН ДОСЛІДЖЕННОСТІ ПИТАННЯ

1.1 Історія дослідження світового океану

На даний момент стан дослідженості питання впливу глобального потепління на Світовий океан, його біоресурси, можливості світового рибальства та екологічної оцінки в цілому має достатню базу, підґрунтовану багаторічними дослідженнями і за останні роки вивчення цього питання стає усе важливішим. Багато в проблемі потепління світового океану ще не до кінця вивчено – і це теж тривожний факт, який означає, що ми не можемо ефективно прогнозувати, що чекає людство в найближчому майбутньому, і не можемо підготуватися до майбутніх катаклізмів [5].

Міжрічні і міждесятирічні коливання кліматичних умов то в одну, то в іншу сторону вже понад століття відбуваються на тлі односпрямованої тенденції, яка найбільш яскраво проявляється в підвищенні середньої по земній кулі температури в приземних шарах атмосфери і на поверхні океану і тому називається "глобальним потеплінням"[6]. В XX столітті на більшій частині північної Пацифіки зростання температури перевищило 1°C. Ця тенденція особливо посилилася в останні десятиліття. Хоча прогнози, зроблені за різними кліматичними моделями, сильно розходяться, всі вони передбачають подальше зростання температури і в XXI столітті. За середньої по 17 різним моделям оцінки, до 2050 р температура зросте ще на 0,5 °C [7].

Оскільки морські екосистеми тісно залежать від умов середовища, можна очікувати, що зміна цих умов істотно впливає на гідробіонтів, в тому числі і на промислові види. Навесні 2010 р. ця проблема обговорювалася на міжнародному симпозіумі "Вплив змін клімату на морські біоресурси та рибальство" в м. Сендай (Японія), який виробив рекомендації з обліку можливих наслідків змін клімату для рибальства і стратегію подальшого вивчення процесів змін в морських екосистемах під дією змін клімату [8].

Глобальне потепління надає неоднаковий вплив на різні регіони Світового океану, різні шари океану, а також на різні параметри морських

вод. Тому перше завдання, яке повинне бути вирішено при оцінці впливу глобального потепління на морські біоресурси, – зрозуміти, як глобальні кліматичні процеси проявляються в конкретних районах, на конкретній глибині і саме для тих параметрів середовища, які важливі для морських організмів. Поки таке розуміння існує лише для окремих регіонів, наприклад для Берингової і Японського морів.

У Беринговому морі, крім зростання температури води, глобальне потепління веде до зменшення льодовитості і, отже, меншому распресненію вод навесні при таненні льоду. В результаті весняне "цвітіння" зміщується на більш пізні терміни, що несприятливо для розвитку великого зоопланктону.

У Японському морі глобальне потепління впливає в основному на зимові процеси, але результати такого впливу проявляються в глибинних шарах протягом усього року. Підвищення температури води тут, навпаки, сприяє зростанню біомаси великого зоопланктону, однак веде до зменшення вмісту кисню, особливо в придонному шарі моря (Рисунок 1.1, 1.2). [6].

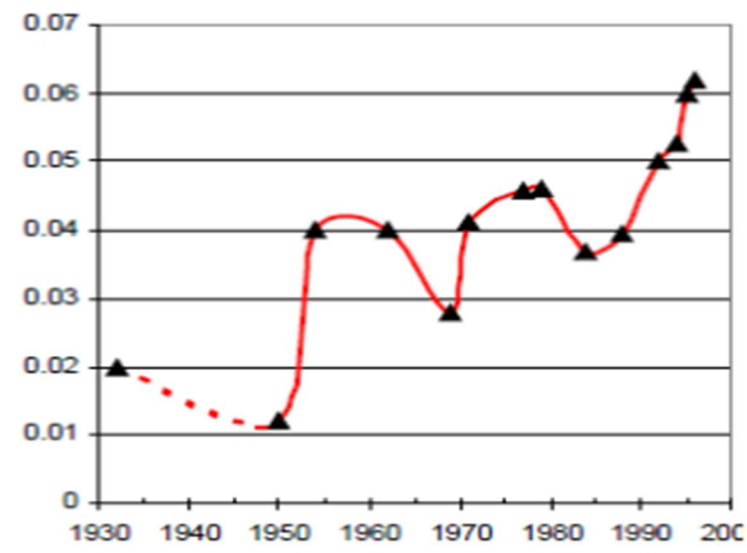


Рисунок 1.1 - Зміни температури на горизонті 3000м. в придонному шарі Японського моря.

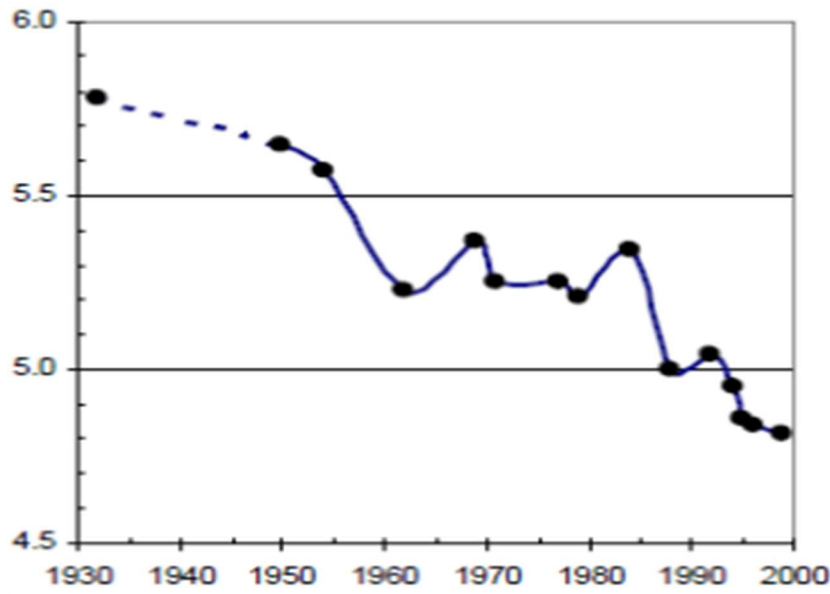


Рисунок – 1.2. Зменшення вмісту кисню на горизонті 3000м. в придонному шарі Японського моря.

Світовий океан – самий великий біотоп планети. Однак за видовою різноманітністю він значно поступається суші: лише 180 тисяч видів тварин і майже 20 тисяч видів рослин. Загальна біомаса організмів Світового океану досягає 36 мільярдів тонн, а первинна продуктивність (в основному за рахунок одноклітинних водоростей) – сотні мільярдів тонн органічної речовини в рік [9].

В останні 20 років значно збільшився рибальський флот і вдосконалилися засоби лову. Прирости улову досягали 1,5 мільйона тонн на рік. У 2009 році вилов перевищив 70 мільйонів тонн. Було виловлено (в мільйонах тон): морської риби 53,37, прохідний риби 3,1, прісноводної риби 8,79, молюсків 3,22, ракоподібних 1,68, інших тварин 0,12, рослин 0,92 [10].

У 2008 році було виловлено 13 мільйонів тон анчоуса. Однак в наступні роки улови знизилися до 3-4 мільйонів тон на рік. Світовий улов в 2010 році вже склав 59,3 мільйона тон, в тому числі риби 52,3 мільйона тон. З загального видобутку 1975 року виловлено (в мільйонах тон): з Тихого океану 30,4, Атлантичного океану 25,8, Індійського океану 3,1. З північних морів виловлена основна частина продукції 2010 року – 36,5 мільйона тонн [11].

Зростаюча міць технічних засобів лову загрожує біоресурсам Світового океану. Дійсно, придонними тралами псуються риб'ячі пасовища. Більш інтенсивно виснажаються й прибережні зони, на частку яких припадає 90 відсотків улову [12]. Однак тривога про те, що межа природної продуктивності Світового океану досягнутою вважається безпідставною. З другої половини XX століття щорічно видобувалося не менше 21 мільйона тонн риби та інших продуктів, що тоді вважалося біологічною межею. Однак, судячи з розрахунків, з Світового океану можна витягати до 100 мільйонів тонн [13].

Мабуть, необхідно переорієнтуватися в області харчування, ширше впроваджувати в продукти біомасу криля, запаси якого в антарктичних водах величезні. Досвід такого роду є: у продажу продуктів харчування з істотною добавкою криля [14]. І, звичайно, потрібно активніше переходити від лову до океанічного господарства. В Японії давно вирощують на морських фермах рибу і молюски (понад 500 тисяч тонн в рік), а в США в рік 350 тисяч тонн молюсків. У Росії ведеться планове господарство на морських фермах Примор'я, Балтійського, Чорного та Азовського морів. Ставляться дослідні в бухті Дальні Зеленці на Баренцевому морі [15].

Особливо високопродуктивними можуть виявитися внутрішні моря. Так, в Росії самою природою призначено для регульованого вирощування риби Біле море. Тут поставлено досвід заводського розведення сьомги і горбуші – ціною прохідних риб. Можливості тільки цим не вичерпані [16].

1.2 Стан біологічних ресурсів Світового океану

З кожним роком стає все ясніше, що майбутнє людства, розвиток його господарського життя, його науки буде пов'язано з безперервно зростаючим науковим і господарським освоєнням морів і океанів.

Біологічні ресурси і дослідження світового океану настільки великі, що викласти детально в такій невеликій статті неможливо. Тому зупинимося лише на кількох моментах цієї величезної проблеми, величезної системи наукових досліджень. Важко говорити про наукове і господарському освоєнні океанів, якщо не мати на увазі своєрідності фізичних і хімічних властивостей їх величезної водної маси. Ми знаємо, що обсяг води в морях і океанах дорівнює 1370 млн. Км³, але далеко не завжди уявляємо собі цю величину [18].

Всі процеси, що протікають в океанах і морях, в основному визначаються особливостями цієї водної маси – її величезним обсягом, перемішуванням, теплоємністю, ідеальною здатністю розчиняти найрізноманітніші хімічні сполуки, наявністю в ній солей; насиченістю її життям, залишками і продуктами життєдіяльності живих організмів. Всі процеси і явища в Світовому океані взаємопов'язані і взаємозумовлені – і сейсмічні, і акустичні, і оптичні явища, і формування донних відкладень, і хімічні реакції, що протікають в тісному зв'язку з рослинним і тваринним світом океану.

Моря і океани населяє близько 180 тис. Видів живих організмів. Це радіолярії і форамініфери з найпростіших, губки, кишковопорожнинні, різні черв'яки і ракоподібні, мшанки, плеченогі і голкошкірі з багатоклітинних. І риби, і ссавці в величезній більшості не ті, що на суші і в прісних водах. При цьому фауна морів і океанів надзвичайно давня, її історія налічує кілька мільярдів років. , За останнім часом встановилося вік біогенних осадових порід, що мають старовину 3,5 млрд. Років. Та фауна, яку ми знаємо на суші, – фауна молода, вік її визначається декількома сотнями мільйонів років для безхребетних і, ймовірно, вже набагато менше, з середнього мезозою, для хребетних тварин [19].

В океанах і морях поверхневу зону, населену рослинами, визначають приблизно в 100-200 м. Можна вважати, що обсяг продукує товщі

гідросфери, по меншій мірі, в 1000 разів більше, ніж обсяг ґрунтів земної кулі, які виробляють зелену рослинну масу. Якщо ж врахувати, що морська рослинність майже цілком складається із зеленої маси – «благородних» елементів, а в наземної вони складають меншість, то ця різниця стане ще більше. При цьому річна продукція донних організмів в прибережній смузі морів і океанів помірних зон нерідко досягає 1000-1500 ц / га, і у водному середовищі безперервно йде процес руйнування і творення нових поколінь живих організмів. Планктонні водорості також можуть давати під гектаром поверхні моря кілька сотень центнерів на рік [20].

Родючість ґрунтів і поверхневої товщі океанів і морів визначається кількістю поживних речовин, які можуть використовуватися організмами. У ґрунтах запаси цих речовин вкрай обмежені, і для підтримки родючості на високому рівні необхідно систематично вносити в ґрунт нові маси добрив.

Запас речовин, що визначають рівень родючості в ґрунтах, дуже малий у порівнянні з кількістю речовин, необхідних для однорічної вегетації [21].

В морській воді розчинені в надлишку всі речовини, необхідні для рослинної вегетації. В поверхневій зоні фотосинтез зазвичай йде недостатньо. У глибинах ж океанів за минулі тисячі і мільйони років накопичилися невичерпні запаси біогенних елементів – солей азоту і фосфору та інші. Досить сказати, що рослини верхньої зони морів і океанів щорічно споживають не більше 0,01 відсотка запасів поживних солей, що зберігаються в глибинах. В даному випадку «основний» капітал величезний в порівнянні з «оборотним» [22].

Велика частина органічних речовин, зосереджених в морських організмах, після загибелі їх знову надходить в морську воду, так само як і продукти життєдіяльності. Таким чином, живі організми повертають в воду укладені в їх тілах різні речовини, крім тієї поки незначною їх частини, яку отримує з океану людина. Запаси речовин, які є основою родючості, в океані безперервно відновлюються [23].

Але всі ці необхідні для фотосинтезу речовини швидко споживаються в поверхневих водах і накопичуються в глибоких шарах океану, повернення з

яких не таке просте. У поверхневу зону океану, де можливий фотосинтез (в верхні 50-200 м), надходить лише незначна їх частина [22].

Кількість біогенних елементів, яке надходить у верхні шари з глибин, залежить від циркуляції води в океані. Коли ми говорили вище про зменшення щільності рослинного планктону з видаленням від берегів, ми мали на увазі саме зменшення кількості поживних речовин, яке ставить межу розвитку рослинного життя. Якби цих речовин було достатньо, то і в центральних частинах океанів рослинності було б стільки ж, скільки і у узбереж. А слідом, за рослинністю розвиваються і інші ланки життєвому ланцюзі – світ безхребетних і рибне населення [24].

Штучним шляхом, вносячи поживні речовини звверху поки ще ніхто морів і океанів не підживлюють. Навряд чи про це можливо говорити реально – занадто багато знадобилося б для цього добрив. Однак для окремих більш-менш відділених частин морських басейнів; 5то практично можливо [21].

Але розвиток сучасної техніки робить реальним підняття на поверхню багатих поживними речовинами вод з глибини 300-500 м. Цим була б вирішена найважливіша проблема підвищення родючості морів і океанів. Таким чином, морська фауна дуже різноманітна, і їй властиві всі первозданні якості, характерні для світу тварин [25].

Наука знає чимало дискусійних питань, і питання про вік океану один з них. Це абсолютно хибна думка, як думають деякі, що нібито океан існує тільки з мезозойського часу. У такий короткий термін ніяк не вкладеться історія фауни океану, яка представляє риси глибокої давнини і значною примітивності. Виявлені морські організми відомі з докембрію. Одна з найцікавіших деталей сучасної морської фауни – це існування глибоководної фауни. Експедиційне судно «Витязь» в численних плаваннях проводило вивчення глибоководної фауни до таких великих глибин, до яких могли досягти його трали та мережі [18].

Найбільша відома глибина океану трохи більше 11 км. Фауна великих глибин насамперед має величезний інтерес для біолога, для вирішення ряду дуже важливих біологічних проблем. Вона є чудовим об'єктом для вивчення

процесів видоутворення і пристосування до своєрідних умов існування. Крім того, вся товща океанських вод (середня глибина океану близько 4000 м) має одну дуже характерну особливість: на суші усі тварини співіснують з рослинами. В океані, якщо опуститися на глибину 100 м, ви підете з верхньої продуктивної зони, населеної найдрібнішими одноклітинними водоростями – фітопланктоном, і потрапите до іншої зони, де ніякі рослини існувати не можуть і весь океан до самих глибин населений тільки тваринами і бактеріями, що харчуються за рахунок тих трансформованих органічних речовин, які виникли в результаті життєдіяльності рослинних організмів в верхньому шарі океану [26]. У глибинах океану панує стійкість всіх умов, майже зовсім незмінні солоність, температура, високий тиск. Глибина океану – це колосальна за обсягом природна барокамера, в якій всі життєві процеси протікають при високому тиску.

Пристосування організмів до цих своєрідних умов вже само по собі є цікавою проблемою для вивчення. Те, що ми знаємо про глибоководної фауни, її систематичний склад, морфологічні та фізіологічні особливості, говорить про глибину її давнини.

Хочеться зазначити на одну характерну особливість у розподілі глибоководної фауни – її розрідженість. Якщо у узбереж'ях кількість тварин визначається кілограмами на 1 м² і всі вони густо заселені, то якщо перейти в глибинні центральні частини океану, то там кількість тварин убуває до десятків міліграма на 1 м², тобто зменшується в мільйон разів. Тварини розподілені надзвичайно рідко, і з цим пов'язані специфічні пристосування. Розвиваються органи дуже тонких відчуттів, які вловлюють найслабші коливання води, світла, запаху. Вивчення океану і населяюче його життя нині виходить в число наукових проблем номер один, пов'язаних як з найважливішими проблемами високої науки, так і з проблемами суто практичної значущості [27].

Живі організми складають біологічні ресурси Світового океану. За своєю цінністю вони займають 75% усієї продукції, видобутої в морях і океанах. Якщо хімічні і мінеральні ресурси Світового океану дійсно безмежні і можуть мільйони років забезпечувати людини різними матеріалами, то

біологічні ресурси океану, по-перше, обмежені і, по-друге, перебувають у владі людини. Людина може їх збільшити або зменшити, поліпшити і погіршити. Адже ми знаємо, чим більше і краще людина працює на полі, тим більший доручає урожай. Чому? Тому що біологічна продуктивність нуля при гарному догляді завзятого господаря вище [25].

Неправильно думати, що океан можна удобрювати або якось штучно впливати на його продуктивність. Занадто грандіозні ці процеси. Ми знаємо про роль експедиційного флоту в дослідженні океану, зокрема, про роботи науково-дослідного судна «Витязь». На підставі цих робіт, а також робіт, проведених іншими установами і вченими, ми зараз можемо сказати, яка ж біологічна продуктивність Світового океану, в чому її принципова відмінність від умов на суші. Продукційною частиною океану так само, як і на суші, є рослини, в даному випадку водорості, але не великі водорості, а дрібні одноклітинні водорості планктону. Їх річна продуктивність, їх урожай перевищує 500 млрд. т. на рік.

Якщо брати урожай за вагою, то на суші, а якщо по продуктивності – в океані. Справа в тому, що ці водорості діляться навпіл в середньому майже один раз на добу. Тому, якщо їх споживачі (рачки або риби) будуть з'їдати щодня половину, то це не відіб'ється на загальній кількості цих водоростей. Приблизно так вони і з'їдають. Причому в Океані вийшло своєрідне збалансування. Велика частина споживачів фітопланктону днем йде на глибину 100-300 м, тобто глибше зони проживання водоростей, а вночі спливає на поверхню. Вночі рачки харчуються. Зате вдень одноклітинний фітопланктон встигає за рахунок фотосинтезу розмножитися вдвічі [26].

Але в силу особливостей біологічної продуктивності, яка є найхарактернішою якістю живої матерії, що відрізняє її від мертвої матерії, великі області океану дуже бідні життям. Для більшої продуктивності потрібні умови, які не завжди бувають однаково сприятливі [28].

Перш за все світло, а світло глибше 100 м поширюється в недостатній кількості для фотосинтезу. Значить, на більшій глибині фотосинтезу немає. Первинна продукція здійснюється тільки в верхньому стометровому шарі.

Друге, що потрібно, це поживні солі: азот, фосфор і інші елементи, подібні до земних добрив. Ці добрива необхідні і для одноклітинних водоростей, тому що процеси фотосинтезу відбуваються майже однаково як на суші, так і в морі. У верхньому шарі весь час споживаються ці поживні солі, а глибше немає. Отже, потрібно з глибини підняти їх вгору. Ніякі річки не в змозі внести такої кількості поживних солей, щоб підтримати високу продуктивність океану. Їх роль позначається тільки в прибережних районах. В океанах існують райони, де в силу течій, тобто фізичного фактору, піднімаються величезні маси глибинних вод. Ці підняття глибинних вод відбуваються незалежно від географічної широти [27].

Отже, важливо знати, де знаходяться райони з виходом глибинних вод. Зараз ці райони більш-менш відомі. Виявилось, що райони з високою біологічною продуктивністю становлять приблизно близько 20-25% поверхні Світового океану. Очевидно, в цих продуктивних районах можна очікувати і багаті улови.

1.3 Вплив змін клімату на морські біоресурси

Більшість відомих робіт по даній проблемі присвячено пошукам зв'язків і кореляцій між станом популяцій промислових риб (запаси, улови, поповнення та ін.) і тим або іншим показником зміни клімату, спираючись на тривалі ряди рибпромислових і кліматичних спостережень. В якості останніх найчастіше фігурують аномалії середньої температури морської води і повітря. Такі роботи зазвичай зводяться до аналізу ситуацій в рамках лінійних і однофакторних зв'язків типу «улови – температура» і рідко розкривають причинно-наслідкові механізми спостережуваних кореляцій. Однак в сукупності ці дослідження дозволяють зробити деякі висновки і узагальнення, які не викликають сумнівів з приводу ключової ролі клімату в великомасштабній динаміці морських біоресурсів. Коротке зведення відповідних літературних даних приведена в табл. 1.3 1.

У періоди потепління в північній частині Тихого океану відбувається збільшення чисельності і масштабне розширення нагульних ареалів масових

пелагічних риб, як це було, наприклад, в 80-роки минулого століття, коли біомаса далекосхідної сардини перевищувала 30 млн.т, а площа її поширення зросла в 100-200 разів. одночасно відбувалося швидке зниження чисельності інших масових видів пелагічних риб. Аналогічні протифазні зміни характерні для популяцій минтая і оселедця в Беринговому морі [29].

Особливо важкі зв'язки і реакції на кліматичні аномалії мають бути у прохідних риб, для яких зміни температури, річкового стоку, рівня моря і опадів можуть призводити до складних багатофакторних впливів непередбачуваний характер. Відомі тренди наростання чисельності лососів і збільшення їх повернення при підвищенні температури в затоці Аляска. аналогічна позитивна кореляція з регіональним індексом зниження атмосферного тиску встановлена для сумарних уловів лососевих риб на шельфі північної частини Тихого океану [28].

Таблиця 1.1 - Зведені дані про довгоперіодичні зміни запасів і уловів промислових риб в північній частині Тихого океану в зв'язку з динамікою і циклічністю клімату.

Характер та мінливість кліматичних змін.	Район, періоди, об'єкт спостережень.	Характер зміни популяцій, запасів і уловів.
1	2	3
Циклічні коливання кліматичних індексів і ТПМ в зимовий час.	Північна частина океану (1945-1990 рр.), 15 видів риб.	Кореляція чисельності та уловів риб зі зміною теплих і холодних періодів.
Синхронні періодичні зміни ТПМ, ПТВ річкового стоку і опадів з циклом близько 20 років.	Залив Аляска (1940-1990 рр.), оселедець <i>Clupea pallasii</i> .	Підвищення інтенсивності нересту і поповнення після теплих періодів. Нелінійні зв'язки чисельності риб з ТПМ в масштабі 20-100

		років.
Періодичні зміни АМАД, напрямки вітрів і кордони поширення льодів в теплі і холодні періоди з циклом 4-6 років.	Чукотське і Берингове моря (1953-1992 рр.), минтай.	Розширення ареалу на північ за рахунок підвищення ТПМ, зниження льодовитості і ослаблення стратифікації вод на шельфі.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Вікові і міждекадні коливання сонячної активності, зміна періодів року.	Зона Куросіо-Айас (1560-1990 рр.), співтовариство риб.	Домінування в теплі періоди (1-2 рази на століття) сардини.
Коливання ТПМ в межах 1-2 ⁰ С з циклом 25 років.	Північно-східна частина Тихого океану, минтай і камчатський краб.	Коливання уловів минтая і крабів. Концентрування минтая на зовнішньому схилі шельфу в холодні періоди і міграція до берегів в теплі періоди.
Довгоперіодичні зміни комплексу кліматичних і океанографічних показників	Залив Аляска (1925-1992 гг.), Лосось.	Періодичні зміни повернення і уловів з можливим впливом ТПМ і стану кормової бази (зоопланктону).

Довгоперіодичні коливання ПТВ і ТПМ	Залив Аляска (1960-1995 рр.), Горбуша.	Позитивна кореляція повернень з аномальними підвищеннями температур.
Чередування теплих і холодних періодів	Берингове море (1970-1991 гг.), Минтай, оселедець	Підвищення чисельності минтая в теплі роки і протифазні зміни чисельності оселедця.
Довгоперіодичні зміни ТПМ і положення фронтальних зон	Північна частина Тихого океану (1978-1991 рр.), пелагічні риби.	Перебудова структури рибних спільнот і шляхів міграції риб в залежності від ТПМ і циркуляції водних мас.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Аномалії ТПМ з підвищенням в період 1978-1984 рр. і падінням в наступні	Берингове море, шельф острова Прібилова (1950-1990 рр.), Минтай.	Прискорення зростання і підвищення чисельності в теплий період і збереження цих показників в період похолодання.

ТПМ – усереднена температура поверхні моря;

ПТВ – усереднена приводна температура повітря;

Разом з тим є дані і думки про можливість порушення життєвого циклу тихоокеанських лососів і наслідків для запасів негативних анадромних риб при потеплінні клімату. Мабуть, кінцевий ефект буде залежати від поєднання конкретних умов і ситуацій в тому чи іншому районі.

Найбільш чіткий і сильний вплив температури на іхтіофауну проявляється в період розмноження і раннього розвитку риб, коли діапазони оптимальних температур зазвичай скорочуються і ефективність поповнення чисельності може сильно зрушити в ту чи іншу сторону. Якоїсь чіткої класифікації промислових об'єктів по ступені їх термочутливості поки не існує. Зазвичай прийнято відносити до фауни відносно теплих вод такі види,

як сардина, анчоус, минтай, скумбрія, тунці, тоді як мойву, тріску, оселедець, навагу, лососів, сайку і ряд інших риб відносять до видів холодоводного комплексу. Такий поділ, звичайно, умовний і приблизний через зазначені вище мінливості і складності реакцій риб на коливання температури в різні періоди їх життя [29].

Що стосується швидкості реагування іхтіофауни на зміни температурного фону, то найбільш швидкі реакції такого роду (у вигляді зміни чисельності, структури і ареалів популяцій та ін.) проявляють риби-планктофаги з коротким життєвим циклом і сильною залежністю від великої кількості планктонної їжі і біопродукування на перших трофічних рівнях. Саме для таких масових епіпелагічних риб (сардини, анчоуси, оселедці) відзначені сильні пульсації чисельності (іноді в протифазі для конкуруючих видів) в відповідь на циклічні флуктуації кліматичних параметрів. Саме ці види будуть першими розширювати свої ареали в разі прояву глобального потепління. Про можливість далеких міграцій риб-планктофагів свідчать також результати деяких досліджень в області теорії харчування таких риб [30]. З цих робіт слід розуміти, що пелагічні планктофаги не виявляють особливої вибірковості при пошуку їжі, оскільки селективний пошук кормових об'єктів неминуче пов'язаний з високими енергетичними затратами і підвищеним ризиком загибелі під пресом хижаків.

Популяційні реакції деяких масових видів риб на зміни температури можуть бути особливо чіткими, швидкими і масштабними в ситуаціях, коли їх ареали накладаються на райони з переважанням «порогових» для даного виду температур. У таких випадках північні кордони ареалу будуть визначатися широтою розташування водних мас з температурою, прийнятною для проживання і відтворення того чи іншого виду, тобто вище порогового рівня. Такого роду ситуації характерні, наприклад, для північної частини Тихого океану (Берингове море) і Чукотського моря, де існують великі акваторії з холодною «зимовою» водою, де температура опускається до $-1,7^{\circ}\text{C}$ і таким чином блокує поширення більшості видів іхтіофауни. Разом з тим такі райони зазвичай відрізняються досить високим рівнем біопродукції і доброю кормовою базою. Навіть незначне підвищення температури водних

мас в таких районах в силу будь-яких причин (кліматичних, океанологічних, сезонних) може зробити їх доступними для нагулу і розмноження тих чи інших видів і таким чином радикально змінити рибпромислову ситуацію в регіоні [31].

Особливо тісний і чіткий зв'язок стану рибних запасів з регіональним кліматом і перш за все з температурним режимом характерний для Баренцева моря. Численні і багаторічні дослідження в цьому регіоні показали, що кожне похолодання викликало тут помітний спад запасів і уловів. найбільш яскраво це проявилось на рубежі 70-80-х років, Коли відбувся різкий спад загального вилову в 2,5 рази. З тих пір обсяг видобутих ресурсів в Баренцевому морі вже не досягав колишніх величин 3-4 млн. т. / рік. Це стійке зниження запасів пояснюється не тільки і не стільки впливом похолодань, скільки сильними переломами основних об'єктів промислу [29].

Таким чином, кліматичний вплив на морські біоресурси ініціюється і проявляється в основному в результаті температурних змін. Вони охоплюють три основні процеси, що визначають чисельність промислових видів, а саме – їх розмноження (поповнення), зростання і смертність, причому останній процес знаходиться також під сильним впливом промислу.

1.4 Потенціальна продуктивність Світового океану

В даний час світові улови становлять 55 млн. т риби та в невеликій кількості інших тварин. Зараз всі країни прагнуть збільшити свої улови. Але ці улови легше взяти в продуктивних районах. Тому дослідження продуктивності морів і океанів, можливість її прогнозування є однією з найважливіших задач наших днів.

Але навіть це можливо тільки при раціональному веденні промислу. Складність в тому, що необхідно ввести узгоджений з різними країнами план експлуатації біологічних ресурсів океану [32].

Можна привести багато прикладів, коли в гонитві за наживою були знищені цінні тварини. Нагадаю долю китів. Так, колись великі стада китів

мешкали на півночі Атлантичного океану, в Баренцевому морі. На Шпіцбергені в XVIII в. були великі поселення китобоїв. Але всіх китів вибили, залишилися тільки скелети, розкидані по берегах Шпіцбергена. Зараз головний кутовий промисел йде в Антарктиці, але, і він зберігає своє значення тільки в результаті міжнародної угоди про норму вилову [31].

У наші дні з розвитком техніки рибальства така ж доля може спіткати і багатьох найважливіших промислових риб. Людина стала володарем океану. Їй не страшні ні його простори, ні глибини. Їй підвладні риби та інші цінні тварини океану і водорості, які ростуть в прибережній зоні.

Так як більшість риб мігрує, то непомірний лов в одному місці або неузгоджений лов однією державою може призвести до підризу запасів. Наведу два приклади. Так, біля берегів Норвегії йде промисел молодий оселедця. Тому на північ і в Баренцове море приходить мало дорослої оселедця. Норвегія виловлює непридатну в їжу рибу, з якої можна отримувати тільки технічні продукти, а радянські рибалки не можуть добути повноцінну велику оселедець. Інший приклад – лососеві риби Далекосхідних морів. Вони йдуть на ікрометання в річки. Японія розвинула інтенсивний лов їх в морі на шляхах міграції на нерест. Формально лов йшов не в територіальних радянських водах, але завдавав нашому вітчизняному рибальству величезної шкоди. Скоро, однак, стала падати і ефективність японського промислу [32].

Таких прикладів можна навести багато. Тільки при раціональній експлуатації біологічних ресурсів і систематичної роботи по їх покращенню можливо тримати світове рибальство на високому рівні.

Мінливість кліматичного масштабу, як правило, менше короткоперіодної мінливості, наприклад міжрічної, тому пов'язані з нею тенденції зміни промислових ресурсів годі було розуміти так, що очікуване зменшення або навіть зникнення запасів відбудеться раптом. Швидше за все, для підприємств, які планують свою діяльність на рік або навіть п'ятирічку, такі зміни залишаються непомітними. Але в процесі змін в структурі екосистем і їх функціонуванні відбувається порушення раніше відкритих закономірностей впливу середовища на промислові об'єкти, що стосуються

тієї ж міжрічної або навіть сезонної мінливості, що руйнує систему раціонального управління промислами. Наприклад, японськими вченими для періоду до початку швидкого потепління встановлено, що періоди зниження температури води навколо Японії сприятливі для сардини - івасі, а потепління сприяє зростанню запасів анчоуса і тихоокеанського кальмара. А в Беринговому морі в теплі зими формувалися врожайні покоління минтая. Але вже в сучасний період ці закономірності перестають виправдовуватися, і необхідно встановити нові закономірності, що діють в умовах, що змінилися і враховують всі аспекти впливу змін клімату на гідробіонтів, в тому числі раніше невідомі [33].

2 МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У процесі написання роботи були використані теоретичні та емпіричні методи досліджень, які включають у себе ознайомлення, збір, обробку, аналіз та узагальнення інформації з інтернет-ресурсів, ознайомлення з літературними даними наукових видань та використання цієї інформації для написання дипломної роботи.

Для надання характеристики впливу глобальних кліматичних змін на стан біоресурсів Світового океану матеріалом для цієї роботи послужили дані, що були зібрані з різноманітної літератури, пов'язаної з Світовим океаном, його біоресурсами, екологією і кліматичними умовами, а також матеріали, зібрані з інтернет ресурсів, таких як електронні ресурси ООН, FAO і WWF. Зібрана інформація була використана для аналізу сучасного стану екосистем і біоресурсів Світового океану, впливу на них глобальних кліматичних змін, порівняння їх стану у минулому і у теперішній час і також можливих наслідків у майбутньому. Також зазначені основні кліматичні фактори, що впливають на біоресурси і екосистеми у Світовому океані і викладена інформація про біологічні ресурси морів і океанів, і підході до раціонального їх використання.

Обробка і аналіз інформації проводились на персональних комп'ютерах за допомогою прикладних програмних пакетів Microsoft Excel, Microsoft Word. В даній роботі наводиться інформація про глобальні зміни клімату, їх вплив на Світовий океан і його біоресурси.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Значення океану в формуванні клімату планети

Покриваючи понад 2/3 поверхні земної кулі, Світовий океан регулює обмін речовин і енергії на всій нашій планеті.

В процесі обміну енергією і речовинами Світового океану з зовнішнім світом відбувається формування і зміна основних властивостей його вод, а це в свою чергу визначає зміни клімату на Землі. Тому більшість проектів перетворення клімату ґрунтується на збільшенні припливу тепла і вологи з океанської акваторії. Уже зараз виникають ідеї штучної зміни кругообігу енергії і речовин, з тим щоб створити найбільш сприятливі умови для життя і господарської діяльності всього людства.

Теплообмін океану з атмосферою – найважливіший кліматоутворюючий чинник. Сонячна енергія, що поглинається Світовим океаном йде, по-перше, на підтримку сталого термічного режиму вод, при якому зберігається сталість температурних полів, по-друге, на випаровування величезної маси води і, по-третє, на турбулентний теплообмін з атмосферою.

Відомо, що Світовий океан, що покриває велику частину земної кулі, поглинає основну масу сонячної енергії, що досягає поверхні нашої планети. Хоча кількість її приблизно однакова в одних і тих же широтах, вода (завдяки своїй високій теплоємності) поглинає на 25-50% більше тепла, ніж суша. Так, в тропічній зоні Світового океану поглинається в середньому за рік 100-120 ккал / см² і більше, тоді як в тих же широтах на суші зазвичай лише 60-80 ккал / см². З віддаленням до полюсів ця різниця поступово зменшується, і в полярних районах вода і суша поглинають дуже мало сонячної енергії, звичайно менш 20 ккал / см² за рік.

Тому майже повсюдно температура води буде вищою, ніж повітря. Завдяки тому, що різниця температур збільшується від екватора до полюсів, адже підтеплююча роль Світового океану підвищується з ростом

географічної широти, досягаючи максимального значення в полярних областях.

Води Світового океану в середньому за рік поглинають тепло в низьких широтах (приблизно між 30° півн.ш. і $30-35^{\circ}$ півд.ш.) від 25 до 75 ккал / см². У помірних широтах бюджет тепла істотно різниться між південним і північним півкулями. На півдні поглинання тепла трохи більше його витрачання, тоді як на півночі океан віддає в атмосферу значно більше тепла, ніж отримує від сонця (приблизно 50-70 ккал / см² на рік). Це визначається різницею в розподілі води і суші. У полярних районах Світового океану випромінюється в атмосферу величезна кількість тепла, що досягає 50-75 ккал / см² на рік і більше.

У тих областях, де витрата тепла перевищує його надходження, необхідна компенсація, що здійснюється за рахунок перенесення тепла з низьких широт течіями. Таким чином, бюджет тепла поверхні Світового океану, з одного боку, має великий вплив на клімат всієї планети, з іншого – викликає перенесення вод. Ці переміщення в кінцевому рахунку поширюються на всю товщу океану, оскільки навіть невелике їх перенесення в одному місці (обумовлене тими чи іншими причинами) викликає цілу систему рухів, пов'язаних з відтоком вод та компенсаційних їх надходжень з боку. Таким чином, теплообмін із зовнішнім світом породжує складну циркуляцію вод, в процесі якої в круговорот енергії і речовин втягується весь Світовий океан.

Завдяки цьому в ньому акумулюється величезна маса тепла, газів, розчинених солей і інших речовин. Підрахунки показали, що в стовпі океанської води міститься в 500-1000, місцями в 1500 разів більше тієї кількості тепла, яке переноситься протягом року через його поверхню. Тому всі міжрічні зміни кліматичних процесів легко покриваються за рахунок внутрішніх резервів Світового океану [30; 34; 35;].

Водообмін між океаном і атмосферою – інший важливий процес, що впливає на клімат Землі. Основні його риси визначаються різницею між випаровуванням і опадами. Загальна маса води, яка випаровується з поверхні Світового океану, становить близько 355 тис. Км³ в рік, а випадає назад

майже 320 тис. Км³ в рік. Решта (що становить (приблизно 1/10 всієї вологи, що випарувалася) несеться у вигляді водяної пари на сушу. Випадаючи тут, ця вода річками знову виноситься в моря і океани, замикаючи таким чином загальний кругообіг води на планеті.

Основна маса води випаровується в тропічних і субтропічних широтах Світового океану, де найбільш великий приплив сонячного тепла, а переважання антициклонної погоди обумовлює мінімальні опади. У низьких широтах Світового океану тільки в екваторіальній зоні опади переважають над випаровуванням, завдяки висхідним потокам в атмосфері. У помірних і високих широтах, починаючи приблизно від 40°, опади перевищують випаровування.

Загальна кількість води, що знаходиться в атмосфері у вигляді водяної пари, оцінюється всього лише в 13 тис. км³. Зі зміною термічного режиму планети кількість водяної пари в атмосфері має значно змінюватися. Особливо великі такі коливання в періоди довготривалих потеплінь і похолодань клімату. У наш час середня температура повітряної оболонки Землі становить 14 °, тоді як до останнього (четвертинного) заledenіння вона була 22 °. Тому з поверхні Світового океану випаровується значно більше води. Відповідно повинні були змінюватися і інші складові водного балансу планети. В епоху четвертинного заledenіння середня температура атмосфери, за наявними оцінками, могла змінюватися від 2°C (в період максимального зledenіння) до 17°C в міжльодовикові періоди потепління. За відкладенням дна екваторіальної області Атлантичного океану виявлено, що температура води на його поверхні в льодовикову епоху знижувалася до 17°C, тоді як в наш час вона дорівнює 26 °C. За деякими даними, в період найбільшого зledenіння Землі, максимальний обсяг льоду міг бути раз в п'ять більше, ніж зараз, досягаючи приблизно 150 млн. Км³. Існують розрахунки, що показують, що для виникнення льодовикового періоду досить зниження середньої температури атмосфери всього лише на 4 °C. При цьому величезна кількість водяної пари, що перебуває в обігу, зосереджується на поверхні суші в вигляді крижаних покривів.

Вивчення кругообігу води і ролі, яку при цьому відіграє Світовий океан, має величезне значення не тільки для розуміння впливу його на формування та зміну природи земної кулі, але і на з'ясування впливу водяної пари на тепловий режим всієї планети. Деякі вчені вважають, що зі збільшенням випаровування води з поверхні Світового океану повинна підвищуватися температура повітря, що впливає на потепління клімату. Це відбувається завдяки так званому «парниковому ефекту» водяної пари; пропускаючи короткохвильову сонячну радіацію, вони затримують довгохвильове теплове випромінювання Землі [36; 37; 38; 39].

У процесі обертання повітряних мас над океаном формуються основні їх властивості, що завдають великий вплив на клімат. Як приклад можна вказати на те, що м'який клімат Європи пов'язаний з винесенням величезної маси тепла і вологи з Атлантики переважаючими західними вітрами; за існуючими розрахунками через кожен сантиметр західного узбережжя цього материка протягом року з океану приноситься 4 тис. млрд, калорій тепла. У обігріві північної Атлантики велику роль відіграє потужна тепла течія Гольфстрім, що виносить до берегів Європи добре прогріті тропічні води. Завдяки полярній його гілці, що обгинає Скандинавію, Мурманський порт виявляється доступним судам протягом усього року, тоді як Жданівський порт на Азовському морі, розташований на 2500 км південніше, приблизно на два місяці замерзає.

Північна Америка позбавлена подібного благотворного впливу океану через те, що вона відгороджена високими Кордильєрами. Тепле і вологе повітря, принесене західними вітрами, накопичуючись у гірської гряди; піднімається догори, віддаючи тепло верхнім шарам атмосфери, а водяні пари, конденсуючись, виливаються дощем, скочуючись потім по схилах назад в океан. Це одна з основних причин, що обумовлюють опріснення поверхневих вод Тихого океану, що накладає великий відбиток на стратифікацію і вертикальну циркуляцію його вод.

Ще одним подібним прикладом тісної взаємодії між гідросферою і атмосферою може служити область яскраво виражених мусонів, в сферу дії яких потрапляє південно-східна частина Азії, північ Індійського океану і

Зондський архіпелаг. Завдяки сезонним змінам напрямку мусонів повністю змінюється характер циркуляції вод в північній частині Індійського океану. У Південну півкулю зміщується екваторіальна зона з властивими їй специфічними, кліматичними та гідрологічними умовами, відбувається різке опріснення поверхневих вод Бенгальської затоки і прилеглих акваторій з усіма витікаючими наслідками щодо структури та вертикальної циркуляції вод. Тільки під час зимового мусону, що дме з материка, напрямок якого збігається з пасатами, характерними для цих широт у всіх інших частинах Світового океану, на півночі Індійського океану формується звичайна система поводження вод. Літній мусон, який має зворотний напрямок, призводить до повної зміни перенесення вод. Принесений з океану теплий, багатий водяними парами повітря створює на суші дуже задушливий і вологий клімат. При зустрічі з Гімалаями повітряні маси починають підніматися, і величезна кількість води, стікаючи по схилах, виноситься річками назад в океан. [40; 41]

Навпаки, різкий континентальний клімат Азії і Північної Америки обумовлений дуже слабким впливом океану. Звідси і виникли ідеї штучного зміни клімату шляхом посилення впливу потужних течій, що проходять поблизу: Гольфстріму і Куросіо. У США ще в кінці минулого століття з'явився проект пом'якшення клімату за допомогою перегороджування Флоридської протоки та споруди каналу поперек напівострову Флорида (в місці з'єднання його з материком) для того, щоб Гольфстрім проходив вздовж Північної Америки на значно більшому протязі, ніж тепер. Тим самим передбачалося створити в східній частині США субтропічний клімат. Однак від здійснення цього проекту довелося відмовитися, так як було доведено, що в умовах переважання західних вітрів важко очікувати від нього більшого ефекту. Згодом для тих же цілей було запропоновано відвести в океан за допомогою греблі антипод Гольфстріму – холодна Лабрадорська течія. Цей проект продовжує обговорюватися і зараз, причому думки фахівців розділилися: одні вважають, що він може зіграти велику роль в поліпшенні клімату, тоді як інші намагаються довести зворотне.

Аналогічний проект існує і щодо впливу на Куросію, з тим, щоб пом'якшити клімат нашого Далекого Сходу, Сахаліну і Камчатки. Російські інженери, шляхом спорудження греблі в протоці Невельського, що відокремлює Сахалін від материка, розраховували збільшити приплив теплих вод в Охотське море. За допомогою воріт, що відкриваються тільки на північ, вони передбачали накачувати води з Японського моря.

Завдяки цьому, середня річна температура води на поверхні Охотського моря підвищиться на 10 °C і тепловіддача в атмосферу виявиться настільки великою, що клімат прилеглих сухопутних просторів стане значно м'якше.

Також вони працюють над проектом зміни клімату Арктики шляхом знищення льодів Північного Льодовитого океану, для того щоб різко збільшити тепловіддачу в атмосферу. Для цього передбачається перегороджування греблею Берингової протоки з потужними насосами для відкачування в Тихий океан холодних арктичних вод. Таким чином вони розраховують значно збільшити компенсаційний приплив теплих вод з Атлантичного океану, які і повинні привести до розтоплення льодів і підвищення температури води.

Незважаючи на всю привабливість ідеї перетворення природи суворой Арктики, з її здійсненням далеко не все ясно. І це перш за все відноситься до можливості знищення льодів. Справа в тому, що в роки підвищеної циклонічної Арктики зменшується винос тепла і вологи з Атлантики до Європи і навпаки. Зі знищенням льодів сильно збільшиться тепловіддача в атмосферу з поверхні океану. Це призведе до різкого збільшення циклонності в високих широтах і сильному її ослабленні в помірній зоні. Останнє викличе значне зменшення опадів: посилиться континентальність клімату на більшій частині Росії і сусідніх країнах за рахунок зниження температур повітря. Таким чином, зміни кліматичних і природних умов в помірних широтах можуть згубно позначитися на господарській діяльності людини. Слід побоюватися і пересування зони пустель на північ. Порушення однієї з ланок загального кругообігу енергії і речовин може спричинити за собою такі наслідки, які далеко не завжди виявляться бажаними.

У наш вік почали з'являтися дуже сміливі ідеї та проекти, які повинні дозволити людині докорінно переробити природу всієї планети на основі використання величезних додаткових мас сонячної енергії. Такі проекти докорінної перебудови природи Землі, засновані на додатковому надходженні сонячної енергії, мають великі переваги перед локальними проектами зміни клімату окремих частин Землі. Останні, покращуючи умови в одній частині планети, можуть привести до погіршення їх в іншому місці. Загальна ж збільшення припливу сонячної енергії на всій планеті, не порушуючи окремих ланок кругообігу енергії і речовин, зумовить перехід штучним шляхом до нового циклу розвитку природних процесів. З часом людина знайде шляхи не тільки зміни загального кругообігу енергії і речовин на Землі, але, мабуть, навчиться і регулювати його, з тим щоб створити такі природні умови, які для нього будуть найбільш доброзичливі [42; 43; 44; 45;].

3.2 Особливості газообміну океану з атмосферою

Можливо, що і цей процес має суттєвий вплив на клімат нашої планети, в зв'язку зі зміною вуглекислого газу в атмосфері, якому так само властивий «парниковий ефект». На цьому явищі ґрунтується вуглекислотна теорія коливання клімату.

В даний час в повітряній оболонці Землі міститься приблизно 2300 млрд, г вуглекислого газу, що становить лише 0,03% від загальної її маси. У минулому цей відсоток міг істотно змінюватися. Досить було б йому зменшитися наполовину, в порівнянні з теперішнім часом (до 0,15%), щоб середня температура всієї планети знизилася майже на 4 °С, що достатньо для виникнення льодовикової епохи. Подібні умови, зокрема, могли мати

місце в кам'яновугільний період, коли було вилучено з обміну між атмосферою і гідросферою дуже велика кількість вуглекислоти.

За останнє сторіччя вміст вуглекислого газу в повітряній оболонці Землі зросла на 13%. За рахунок цього могла збільшитися середня температура атмосфери. Існують прогнози, за якими тільки за рахунок спалювання органічного палива і скорочення лісових масивів до кінця поточного сторіччя, в результаті подальшого збільшення кількості вуглекислоти, середня температура повітряної оболонки може підвищитися на 2°C.

Завдяки колосальній площі і великої розчинюючої здатності морської води Світовий океан здатний поглинати і виділяти величезну кількість газів, здійснюючи рухливу рівновагу між газовим складом атмосфери і гідросфери. Зокрема, Світовий океан може поглинути близько половини тієї вуглекислоти, яка поглинається в повітряною оболонкою земної кулі. Приблизно через тисячу років вуглекислота, розчинена в морській воді, може прийти в рівновагу з тиском вуглекислого газу в атмосфері. З кругообігом цього газу пов'язані і ті складні біохімічні процеси, завдяки яким відбувається його перетворення в вуглекислі солі. Вони, як відомо, складають основу скелета більшості тварин, з них складені карбонатні відкладення дна і гірські породи, в прісних водах головну масу розчинених солей становлять карбонатні сполуки [30; 46; 47;].

Говорячи про газообміні Світового океану з атмосферою, слід мати на увазі, що в ньому в два рази більше кисню, ніж в повітрі; об'ємне співвідношення кисню до азоту в океанічних водах 1: 2, а не 1: 4, як в атмосфері. При цьому повсюдно, від поверхні до найбільших глибин, вміст кисню у водах Світового океану настільки великий, що він не тільки забезпечує активний розвиток окислювальних процесів, а й наявність значної його кількості навіть у самого дна. Винятком є деякі моря, що мають дуже обмежений водообмін з океаном і великий материковий стік. В результаті сильного опріснення поверхневого шару створюється різка стратифікація вод, сильно обмежує вертикальне перемішування, завдяки чому в глибинах

не тільки переважають відновні процеси, а й з'являється сірководень. Подібні умови відзначаються в Балтійському і Чорному морях .

Якщо кисень на нашій планеті утворився головним чином за рахунок фотосинтезу, то в цьому випадку чималу роль повинен був зіграти Світовий океан.

Ефекти різних кліматичних факторів на екосистеми океану перетинаються і можуть посилюватися реакціями біоти. Наприклад потепління послабляє розчинність O_2 і підвищує його біотичну потребу, що посилює гіпоксію і призводить до вироблення більшої кількості CO_2 , що в свою чергу призводить до підкислення навколишнього середовища.

Новітні дослідження показують, що важливим фактором впливу глобального потепління на морські організми може стати зниження вмісту розчиненого у воді кисню. Раніше цього фактору не приділялося особливої уваги, так як масові види риб і безхребетних, як правило, живуть у водах, добре забезпечених киснем. Небезпечний дефіцит кисню, що призводить до масової загибелі гідробіонтів, можливий тільки на окремих ділянках з особливими гідрохімічними умовами, які дуже обмежені, наприклад, у дна в естуарних зонах. На рисунку 3.1 внизу представлений сезонний хід вмісту кисню (мл / л) У Японському морі (небезпечний дефіцит кисню позначений синім), в його глибоководних западинах. В умовах потепління клімату такі ділянки розширюються, але залишаються нетиповими навіть для придонного шару. Однак, як виявилось, невелике, яке не є небезпечним для життя морських організмів зниження вмісту кисню в морській воді впливає на їх біоенергетику, що призводить до зменшення їх зростання і плодючості, а отже - до скорочення їх промислових запасів.

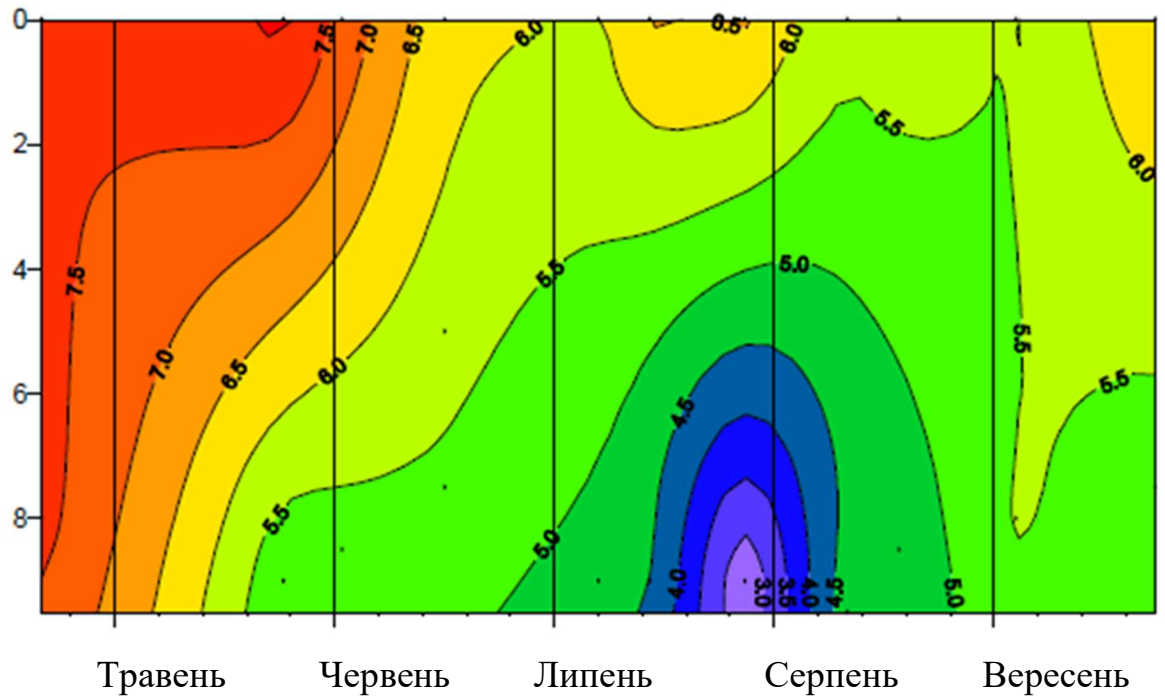


Рисунок 3.1 - Сезонний хід вмісту кисню (мл / л) у Японському морі.

Вуглецевий цикл (рисунок 3.2) об'єднує багато біологічних, хімічних і фізичних процесів переміщення вуглецю. Водні рослини поглинають вуглекислий газ в процесі фотосинтезу. Океани є і джерелом, і колектором CO_2 . Відбувається це тому, що міститься в повітрі CO_2 розчиняється у воді, таким чином, зникаючи з атмосфери. У той же час розчинений CO_2 виділяється з води в атмосферу. Баланс між цими двома процесами залежить від багатьох факторів і з часом змінюється. Зараз в океанах розчиняється більше CO_2 , ніж виділяється. Це означає, що зараз океан – колектор CO_2 .

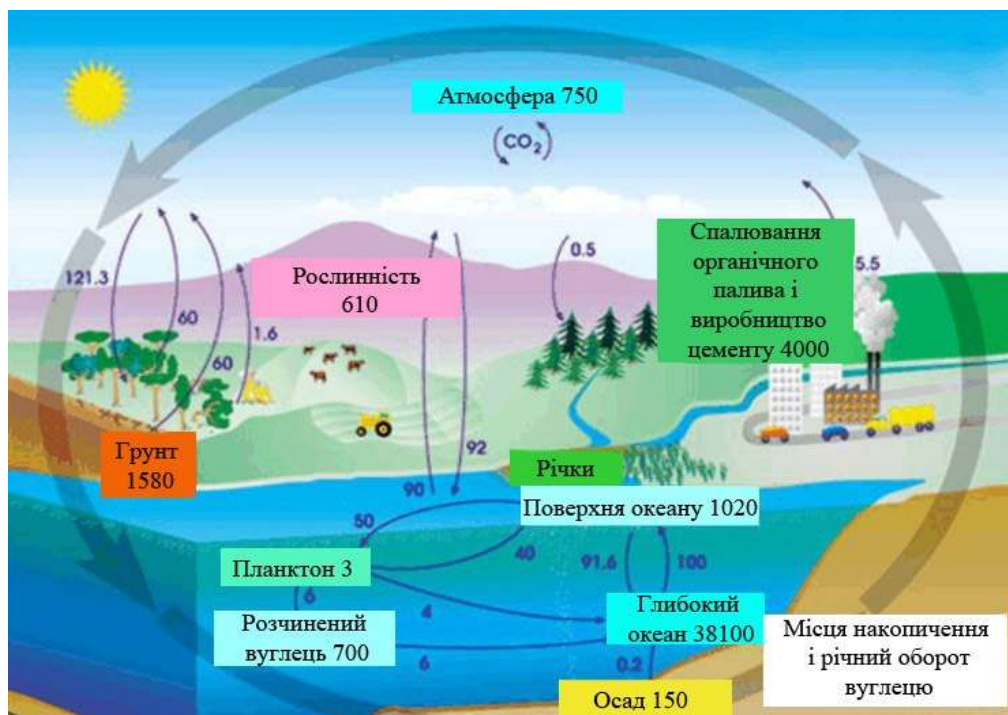


Рисунок 3.2. - Вуглецевий цикл.

Фактори можуть мати адитивні, синергетичні і антагоністичні ефекти. На основі багатьох експериментів, під час яких морська система піддавалася мета аналізу, були виявлені середні показники. Так при прямому впливі на органічну фізіологію 26% факторів призвели до адитивних ефектів, 36% до синергетичних і 38% до антагоністичних. Прямий вплив найчастіше включає штучне потепління, підкислення і зміну гіпоксії, так як саме ці фактори, найчастіше впливали на екосистему в перебігу еволюційних періодів палео системи.

Однак експерименти дали зрозуміти, що перегрів до оптимальних температур, підвищує стійкість перед гіпоксією, браку і перенасиченням O₂. При цьому гіпоксія і підвищена концентрація CO₂ впливає на чутливість до тепла. Так безліч організмів мають властивості, що захищають їх від ефектів перенасичення. Наприклад: зменшення обмеження на нагрів тіла у ракоподібних, зниження продуктивності тіла у риб коралових рифів і зміна викиду тепла у коралів. Такі дії екосистеми звужують теплову нішу, надалі зменшуючи біографічні діапазони взаємодії видів.

Отже, екстремальне потепління і гіпоксія зменшують ефекти O₂ і CO₂ і навпаки. При розходженні в здібностях організмів до адаптації до кліматичних ефектів, мінливості температури і вмісту кисню в океанах хімічні процеси в організмі можуть створити вразливість до зміни клімату. Так організми, що мешкають в районах Арктики, згідно зі своїми хімічними властивостями дуже вразливі до різкого потепління і підвищення кисню, а жителі теплих екосистем навпаки.

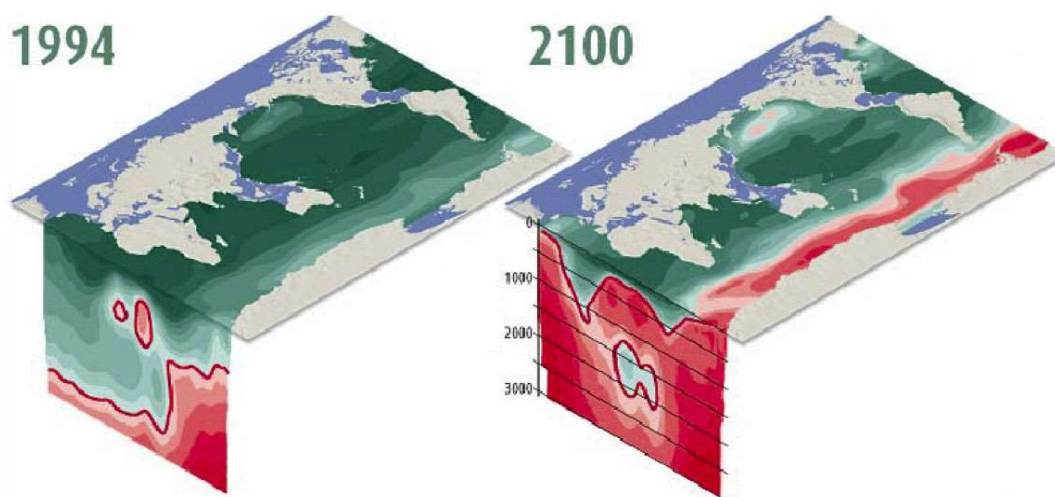
Також відомо що екосистема чутлива до перенасичення CO₂ в зв'язку з чим при досягненні певного ліміту швидкість насичення загальмовується.

Підвищена температура знижує потребу в енергії і тим самим знижує стійкість до океанічного підкислення. Потреби на енергію вище у евритермів ніж у високих і полярних, глибоководних стенотермів. У свою чергу, тропічні види можуть бути більш чутливі ніж види помірної зони. Ця груба диференціація чутливості ускладнює локальну адаптацію популяцій і внутрішньовидові генетичні зміни. Температура впливає на чутливість до

гіпоксії – зігрівання призводить до підвищення мінімально допустимого рівня O_2 , підвищенню вразливості. І навпаки, гіпоксія підвищує вразливість до потепління у організмів. Це може відбуватися швидше за все в теплих шарах океану де швидкість метаболізму вище, а тварини живуть вище до верхніх температурних меж. Однак еволюційна адаптація, привела до високої гіпоксії в деяких адаптованих до тепла коралових рифах. Межі адаптації гіпоксії збігаються з верхніми температурними межами. Складність визначення стану екосистеми залежить від кількості заданих чинників і зростає з кількістю випадання опадів, в різних регіонах [3; 20; 40; 50].

Явище ацидифікації (закислення) океану виявлено недавно і поки мало вивчено. Для морської води властива слаболужна реакція з поступовим зменшенням рН з глибиною. Глобальне потепління супроводжується зростанням вмісту в атмосфері вуглекислого газу, так як викликано ним. В результаті реакції CO_2 з морською водою в воді зростає концентрація іонів H^+ (тобто водневий показник рН зменшується). Це небезпечно насамперед для морських організмів із зовнішнім скелетом на основі карбонату кальцію (двостулкові і черевоногі молюски, птероподи, корали і ін.), які в умовах кислого середовища (низької рН) не можуть сформувати свої скелети, що призводить до порушень в їх розвитку, наслідки яких поки не ясні. Вважається, що при рН нижче 7,5 формування кальцитових і арагонітових скелетів буде неможливим. У поверхневому шарі океану за півтори віковий період спостережень рН знизилася приблизно на 0,11 і зараз становить в середньому 8,10, що, здавалося б, далеко від небезпечної межі, проте на глибинах сотень метрів рН становить 7,6-7,7, а в останні десятиліття швидкість зниження рН зростає до 0,02 за 10 років. При таких темпах зона з рН нижче небезпечного рівня (на рисунку 3.3 позначена червоним) до 2100 р займе велику частину товщі вод океану.

Рисунок 3.3 - Зниження рН у поверхневому шарі Світового океану за півтори віковий період.



Накопичення CO_2 і зростаюче підкислення також може вплинути на широкий спектр функцій організмів, такі як мембранний транспорт, кальцифікація, фотосинтез рослин, нейрональні процеси у тварин, ріст, репродуктивність і виживання. Можливість організмів протистояти викидам CO_2 та підкисленню внутрішніх рідин залежить від кислотно-лужної регуляції, тобто здатність іонообміну накопичувати бікарбонат внутрішньо.

У одноклітинних мікробів регулювання внутрішньоклітинних рН може відігравати ключову роль у модуляції пристосування до CO_2 . Безхребетні та риба вказують на додаткову роль позаклітинних рН, ефективні значення рН можуть варіювати між видами. Організм попередньо пристосований до підвищеного CO_2 може мінімізувати зниження рН (ацидоз). Вони також можуть змінювати свою чутливість таким чином, що вони реагують на ацидоз менше або не зовсім. Заохочення до ацидозу може спричинити збільшення попиту на енергію і частоту дихання. Взагалі така потужність зростає з метаболізмом. Енергетичний оборот, наприклад, вище в більш активних морських тварин, таких як риби, головоногі молюски та, а також активні краби прибережних районів океану в порівнянні з сидячими видами. Це збігається з розподілом чутливості, що спостерігається серед тварин на рівні типу.

Деякі види мають нижчі метаболічні показники у відповідь на ацидоз, інші демонструють підвищений обсяг енергії та харчування норми поглинання, що, ймовірно, вказують на здатність протистояти наслідкам підкислення. Вплив ацидозу на різні процеси, що мають відношення до

пристосованості, можуть пояснити зміни у цілому організмі енергетичного попиту, та, паралельно модифікованому іонному обміну, синтез білку, а також темпи росту і годування. Величина ефекту залежить від досягнутих концентрацій CO_2 .

Внутрішнє утворення карбонату з бікарбонату має важливе значення для кальцифікації, тобто утворення твердих CaCO_3 у внутрішніх або зовнішніх частинах. Морська вода містить достатньо кальцію, але для його використання та перетворення його в CaCO_3 , види повинні приводити його до певних ділянок у їхніх тілах та підвищувати лужність (зниження кислотності) на цих ділянках до значень вище, ніж в інших частинах тіла або в атмосферній морській воді. Це займає енергію. Якщо високий вміст CO_2 ззовні проникає в організм і змінює рівень внутрішньої кислотності, зберігаючи високу лужність, він отримує ще більше енергії. Чим більше енергії потрібно для кальцифікації, тим менше можливостей для інших біологічних процесів, таких як ріст або відтворення, зменшення ваги організму та загальної конкурентоспроможності та життєздатності. Вплив кислої води на зовнішні оболонки може вплинути на їх стабільність, ослаблюючи або фактично розчиняючи карбонатні структури. Деякі з цих оболонок захищені від прямого контакту з морською водою спеціальним покриттям, яке робить тварина (як це робиться у мідії). Збільшення енергії, необхідної для створення нових оболонок, починається з погіршення здатності організмів захищати і відновлювати їх розчинні оболонки. В даний час більше кислих вод, переміщено з глибин океану на поверхню вітром і течіями з північно-західного узбережжя США, мають такий вплив на устриці, що вирощені в аквакультурі. Підкислення океану впливає не тільки на види, що виробляють кальцифіковані екзоскелети. Він впливає на багато інших організмів, прямо або опосередковано, і може вражати стабільність харчових ланок, а отже і рибальству. Більшість досліджуваних організмів демонструють підвищену чутливість при екстремальних температурах, тому, коли змінюються температури океану, ті види, які змушені існувати на краях їх теплових областей, будуть відчувати сильніші наслідки підкислення та мати кальцифіковані структури, що використовуються для оборонної та

структурної підтримки. Кальцифікація звичайно відбувається в окремому тілі або клітинних відділеннях, де рН і, отже, концентрація і насичення CO_3 підтримуються на величинах вище, ніж в інших рідинах організму або навколишньому середовищі CO_2 гальмує утворення карбонату таким чином, що швидкість кальцифікації зменшується. Це може бути підтримане посиленням транспортування іонів, що призводить до підвищення енергетичних витрат. Зовнішні карбонатні структури, подібні до скелетів, залежать від того, що морська вода пересичена карбонатами. Зниження рівня океанічних карбонатів знижує рівень насичення кальциту або арагоніту у воді. Зниження до рівня нижче одиниці може призвести до корозії карбонатних оболонок. Проте багато видів захищають свої раковини від прямого контакту з морською водою різними типами органічного покриття (наприклад, периостракум у молюсках і брахіоподах, епікутікалі, що покриває карапус ракоподібних, епідермісу, що покриває випробування їжаків, епітеліальні тканини, що покривають арагоніт у коралах і коральні водорості, що осаджують CaCO_3 (переважно Mg-кальцит) в їх клітинній стінці). Аналіз впливу окислення океану на біологічні процеси вказує на те, що скорочення швидкості кальцифікації та виживання є найбільш рівномірними.

Деякі організми отримують вигоду від підвищеного парціального тиску CO_2 ($p\text{CO}_2$). Комплексна картина реакції на CO_2 потребує врахування змінних чутливостей між різновидами та етапами життя та розподілами чутливості, характерними для таксонів, як показує аналіз даних тварин. Голкошкіри, двостулков, брюхоногі та корали починають негативно реагувати при більш низьких рівнях CO_2 , ніж ракоподібні або головоногі (малюнок 6-10б). Картина такої чутливості нагадує ту, що спостерігається в пермському масовому вимиранні. Картина для риб менш зрозуміла, оскільки нинішні виявлення високої вразливості не зустрічаються подібними спостереженнями в протоколі викопних речовин. Таким чином, еволюційна адаптація може усувати або мінімізувати подані ефекти. Кілька досліджень вказують на те, як і коли види проходять еволюційну адаптацію до високих рівнів CO_2 , як це видно з коколітофору *Emiliana huxleyi* понад 500

безстатевих поколінь. Пристосування у тварин прискорюється високою функціональною мінливістю між личинками, що дозволяє виділяти стійкі генотипи. Це може пояснити селективну смертність, виявлену в личинках атлантичної тріски під підвищеним вмістом CO_2 (Frommel et al., 2012). Як акліматизація, так і адаптація змінюють пороги чутливості, але здатність і межі видів до акліматизації або адаптації залишаються значною мірою невідомими, і тому реакції на гострі впливи не можуть бути легко збільшені до впливу на більш тривалі, еволюційні часові шкали окислення океану. Спостереження в екосистемах, які характеризуються постійно підвищеними або коливаннями рівнів CO_2 , , відображають наявність граничних значень чутливості проте організми можуть розвинути більш високу резистентність до збільшення рівня CO_2 , ніж у будь-якому іншому місці . Є також побічні ефекти підкислення океану, що спостерігаються у таксонах в лабораторних і польових експериментах. Слід зазначити, що антропогенне накопичення CO_2 у відповідності додає природну мінливість концентрації CO_2 у морських середовищах. Багато груп, особливо сидячих або не фотосинтетичних кальцифікаторів, мають чутливі види, та до 2100 р. Пороги вразливості цих видів будуть перевищені [30;46; 48; 49].

3.3 Можливі наслідки кліматичних змін для морських екосистем

При всій дискусійності проблеми глобальних кліматичних змін і невизначеності відомих прогнозів щодо можливих наслідків цих змін є підстави погодитися з висновком про реальність вже розпочатого етапу потепління на Землі. Досить нагадати, що всі 10 найтепліших років, зареєстрованих за останні 140 років регулярних спостережень, припадають на період з 1990 р.

В одному з останніх доповідей Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) зазначено, що: найбільш швидкі і різкі кліматичні зміни на Землі очікуються в полярних регіонах; в XX столітті тут спостерігався тренд

потепління, який на 50°C перевищував середнє глобальне підвищення температури;

Арктика відрізняється надзвичайно високою чутливістю до кліматичних змін; всі фізичні, екологічні та економічні наслідки цих змін будуть проявлятися тут особливо швидко.

Обсяг наукової інформації з проблеми глобальних кліматичних змін в Світовому океані, в тому числі в морях Арктики, досить значний і нараховує багато сотень публікацій, включаючи вичерпні звітні матеріали Арктичної програми моніторингу та оцінки. Разом з тим аналіз цієї інформації показує, що вона присвячена в основному процесам фізичного та океанографічного характеру. У той же час можливі реакції та перебудови морських біологічних ресурсів.

Морські екосистеми Арктики і Субарктики характеризуються відносно широкими шельфами, присутністю пакових льодів, потужним річковим стоком, Сильний сезонними змінами абіотичних умов (особливо температури) і широкими діапазонами флуктуацій показників біопродукування спільнот і біоресурсів високих широт. Треба назвати перш за все зміни клімату, які прямо і сильно впливають на загальний Океанологічний режим морів, особливо на термічні умови, льодовий покрив, циркуляцію водних мас і інші ключові параметри стану морського середовища.

Загальне уявлення про складність і багатofакторність кліматичних впливів на морські екосистеми біоресурси Арктики можна отримати по схемою, представленої на таблиці 3.6.1. Мінливий під дією багатьох факторів клімат насамперед впливає на фізичні умови в океані, які визначають головним чином терміки, структуру і динаміку його водних мас і стан льодового покриву. Це відбивається потім на структурних і функціональних параметрах морських екосистем і спільнот, що, в свою чергу, призводить до тих чи інших перебудовам (реакцій) популяцій промислових організмів на тлі їх промислового вилучення. можливі також прямі впливу інших кліматичних факторів (крім температури) на морську біоту і промислові об'єкти, наприклад в результаті зміни атмосферного тиску, сонячної

активності або потоку ультрафіолетового випромінювання, проте механізми і масштаби подібних впливів ще належить вивчити.

В останні десятиліття на тлі природних (в основному циклічних) змін клімату стали проявлятися симптоми антропогенних ефектів. Серед головних і найбільш значущих причин високої мінливості морських пов'язаних з виділенням в атмосферу парникових газів, що впливають на радіаційний баланс Землі і штовхаючих його в бік накопичення тепла в нижній тропосфері. Об'єм наукової інформації з проблем «Глобальної кліматології», в тому числі в зв'язку з можливим глобальним потеплінням клімату, налічує зараз багато сотень публікацій. Загальний і головний висновок з багатьох досліджень в цій області полягає в тому, що майбутнє планетарного клімату залежить від зростання концентрацій вуглекислого газу, метану та інших парникових газів в атмосфері, поглинаючих теплове випромінювання Землі які підвищують її температуру, а супутні ефекти глобального потепління можуть привести до біосферних аномалій і негативних екологічних наслідків у багатьох частинах світу, особливо в високих широтах. Багато фахівців вважають, що такого роду ефекти вже реально існують і проявляються в зменшенні за останні 10-20 років площі і товщині льодового покриву в Арктиці, посилення мінливості погоди і клімату і в ряді інших аномалій, які призвели, зокрема, до помітного (до 10%) зниження загальносвітового валового продукту.



Таблиця 3.1. Структура і послідовність прояву кліматичних змін в Арктичних морях

Вплив клімату, і перш за все зміни температури нижньої атмосфери, поверхні моря і льодового покриву, викликають складну череду реакцій на всіх рівнях ієрархії життя в морі - від окремих організмів та їх популяцій до

регіональних екосистем біоресурсів. Аби не заглиблюватися в їх детальний аналіз, зупинимося докладніше на ролі температурного чинника і вплив клімату на динаміку морських екосистем і біоресурсів. Температура, її добові, сезонні, річні і довгоперіодичні коливання найрадикальнішим чином визначають характер, інтенсивність і розпад біопродукування в морському середовищі, а в кінцевому рахунку і всю біогеографію Світового океану. це особливо характерно для полярних регіонів, де перепади і градієнти температур особливо великі. Саме тому аналіз термічної структури водних морських акваторій є, як відомо, найважливішим напрямком промислової океанографії головним джерелом інформації пр. розподіл і динаміку морських біоресурсів. На організмовому рівні температурний режим прямо і сильно впливає на інтенсивність всіх фізіологічних та біохімічних процесів в рибах інших пойкилотермних організмів регулюючи їх метаболізм, інтенсивність харчування, соматичний ріст, статеве дозрівання і інші процеси функції, включаючи розмноження нерестові і нагульні міграції та ін. Екологічне значення температури може посилюватися, з одного боку ,в періоди похолодання. Найбільшою завдяки високій чутливості ці процеси проявляються в більшості організмів до її змін, а з іншого боку, через різноманітності і мінливості термічних умов в морських водоймах. В результаті еволюційних адаптацій кожен вид має цілком певний толерантний діапазон температур проживання, за межами якого він майже не зустрічається, також більш вузькі діапазон оптимального термічного режим окремі періоди життєвого річного циклів, особливо на стадія розмноження і раннього розвитку [45; 49; 50;].

3.4 Продуктивність Світового океану в умовах змін клімату

Поверхня океану, характеризується хімічними і фізичними шарами, які впливають на фотосинтез і фіксацію вуглецю, часто звану чистою первинною продукцією (ЧПП).

Доступ до світла і поживних речовин для фотоавтотрофів встановлює щоденні норми ЧПП, що можуть бути змінені прямо або побічно шляхом зміни перемішування глибинних шарів, зрушеннями в режимі циркуляції в різних просторових масштабах і фізичним переміщенням організмів. Зміни клімату впливають на перемішування глибинних шарів, хмарність та товщину морського льоду, тим самим впливаючи на ЧПП. Збільшення вертикальної площини шарів знижує насичення сонячним світлом водні шари, які багаті поживними речовинами, в яких відбувається фотосинтез.

Запаси рослинних поживних речовин (макро нутрієнти), таких як нітрати змінюються сезонно і регіонально в зв'язку з чим ЧПП може бути обмежена більш ніж одним ресурсом.

Зміни діапазону і інтенсивності підводного освітлення призводить до змін в ЧПП і в складі фітопланктону. Реакція фітопланктону на зміну освітлення включає фото-фізіологічну акліматизацію за допомогою змін в складі хлорофілу. Але така акліматизація обмежена невизначеним лімітом.

Ряд спостережень в різні часові відрізки, за фітопланктоном з використанням супутникового дистанційного зондування, показав точні запаси фітопланктону і отже темпи зміни ЧПП за останні десятиліття. Збільшення запасів фітопланктону було виявлено в регіонах де спочатку холодні води нагрівалися, тоді як протилежна тенденція спостерігалася для областей з самого початку теплими водами, в яких удосталь знаходився фітопланктон.

Таким чином можна припустити, що стратифіційне розширення в тропічних регіонах з низьким показником хлорофілу вказує на зниження запасів фітопланктону в теплих оліготрофних водах у північній і південній частині Тихого океану, а також Північної і Південної Атлантики.

Крім того, в теорії, перехід до умов, що сприяють збільшенню частоти зігрівання вод в більш теплому майбутньому і подальше розширення субтропічних океанських кіл може привести до зниження глобальної океанічної ЧПП.

Для гетеротрофів від бактерій до риб, ссавців і птахів, поглинання органічного матеріалу в кінцевому вигляді, забезпеченим продукцією ЧПП, є

запорукою не тільки для продуктивності, але і також для заправки енергоємних функцій включаючи стійкість до змін навколишнього середовища і захисту від шкідливих патогенів. Будь-який прямий вплив клімату на достаток і якість кормових організмів, прямо впливає на продуктивність і добробут тварин що ними годуються.

В цілому, пелагічні системи реагують на зміни регіонально, але нечисленні від регіону до регіону.

З цього реорганізація ЧПП, між регіонами, впливає на більш високі рівні трофічного ланцюга, шляхом зміни складу і функціонування пелагічної спільноти.

Для фітопланктону температура води, хоча і визначає загальну інтенсивність біопродукування (сезонні та інші коливання), все ж не відноситься до числа прямих факторів, що лімітують, роль яких виконують в основному біогенні елементи і світловий режим. Відповідно до відомих схем фітогеографічного районування Світового океану у високих широтах зазвичай переважають діатомові водорості, а в міру переходу в зони помірного клімату починають домінувати перидинейї в різних співвідношеннях зі жгутиковими і іншими таксономічними групами фітопланктону. В умовах потепління клімату в Арктиці вирішальну роль в перебудові фітопланктону і посилення первинного біопродукування в полярних морях гратимуть процеси скорочення льодового покриву.

Як ключовий компонент трофічної структури морських екосистем, зоопланктон схильний сильним просторовим і тимчасовим коливань, в тому числі за рахунок температурного чинника. Відомі приклади флуктуації біомаси та видових перебудов зоопланктону не тільки в різні сезони (що досить добре вивчено), а й під впливом кліматичних змін. Так, в субарктичній частини Тихого океану в період потепління в 1970-1990 рр. відбулося подвоєння біомаси сіткового зоопланктону. Кліматично синхронізовані в масштабі десятиліть зміни в планктоні відбувалися в Північній Атлантиці. У другий половині 90-х років минулого століття зареєстровані аномально швидкі і масштабні перебудови видового складу і трофічної структури планктону, включаючи спалаху розвитку медуз в

Беринговому морі, що пов'язують із загальним кліматичних потеплінням в цьому регіоні. Пряма багаторічна кореляція біомаси зоопланктону з температурою води і деякими іншими показниками кліматичних змін зареєстрована в 90-ті роки XX ст. в північно-західній частині Тихого океану. Схожі процеси були відзначені в середині 80-х років XX ст. в Баренцевому морі, де в результаті великомасштабних атмосферних аномалій і потепління клімату спостерігався значний (в 3-4 рази) зростання чисельності зоопланктону, який посилювався також за рахунок скорочення запасів основного споживача планктонних ракоподібних – мойви [39; 50; 51;].

Під впливом клімату на види в екосистемі, значно видозмінюється харчовий ланцюг, наприклад викликаючи зрушення трофічних ланцюгів, деякі з яких є незворотними. Через трофічні каскади Клімат впливає на хижацтво, конкуренцію і доступність продуктів харчування (включаючи рибні запаси).

Трофічні зміни призводять екосистему до нової стабільної структури або до стану, який важко змінити в подальшому. Потепління може привести до споживчого контролю структури харчових ланцюгів. Так як потепління впливає на організми зоопланктону і сприятливо впливає на фотосинтез афототрофічного фітопланктону. Багато впливу клімату на стан харчового ланцюга, схожі з штучними діями людини, такими як забруднення і еутрофікація. Також деякі з цих чинників впливають на реакцію харчових продуктів на кліматичні зміни. Риболовля усікає вікову і розмірну структуру популяцій що робить їх більш залежними від щорічної репопулізації і зменшення їх здатності реагувати на зміни навколишнього. Як дорослі, так і личинкові риби, що піддаються прямому впливу людини виявляють велику мінливість в здібностях до репопулізації в порівнянні з недоторканими популяціями.

Підкислення і видалення хижаків з верху харчового ланцюга, сприяє репопулізації нижніх ступенів ланцюга. Аналіз впливу на ключові види дає уявлення про те, як індивідуальні компоненти харчової мережі будуть реагувати на обурення. Однак, прогнози майбутніх популяцій повинні включати комплексні взаємодії з харчовими продуктами які впливають на

види на системному рівні, який зможе привести до стабільності і стійкості загальної екосистеми.

Зміни фауни бентосу під впливом кліматичних чинників найбільш помітні в морях Арктики і Субарктики, де мешкають види, що відносяться до різних біогеографічних областям. Дані за видовим складом, чисельності та розподілу моллюсків на дні Баренцева моря протягом 100 років виявили значні циклічні коливання всіх цих показників в тісному зв'язку з періодичністю температурного режиму і зміною періодів потеплінь і похолодань. У цій же роботі показано, що масштабні зміни в бентосі можуть протікати в досить короткі терміни, які обчислюються роками. Аналогічні висновки були отримані пізніше для бентосу Печорського моря. Значні перебудови прибережних (особливо пригирлевих) донних біоценозів прогнозуються в разі потепління клімату в багатьох регіонах Арктики.

Прямі реакції риб на коливання терміки водного середовища відрізняються винятковою швидкістю і чутливістю. Давно встановлено, що більшість риб мають температуру тіла всього на 0,5-10°C вище по порівняно з температурою навколишнього середовища і що вони сприймають слабкі температурні градієнти – в межах 0,03-0,10°C. Фактичні перепади температури, втому числі викликані кліматичними змінами, принаймні на порядок перевершують порогову термочутливість риб. Оптимальні температурні діапазони для риб можуть сильно змінюватися на різних стадіях їх життєвого циклу.

Головним і найбільш ефективним механізмом температурних пристосувань морських пелагічних риб є їх міграційна здатність, що дозволяє освоювати великі акваторії з найбільш сприятливим термічним режимом і трофічним статусом. радикальні і великомасштабні зміни в поширенні іхтіофауни, обумовлені температурними коливаннями в минулі геологічні епохи, показані для багатьох морських басейнів. Є підстави вважати, що саме цей механізм, тобто здатність пелагічних риб до далеких міграцій, буде визначати можливі перебудови промислової іхтіофауни при відповідних екосистемних змінах в результаті глобального потепління клімату [49; 50; 51].

3.5 Біологічні ресурси океану і їх сучасний стан

Біологічні співтовариства сильно відрізняються за ступенем пошкодження людиною. Дуже мало незайманих; їх можна знайти на дні океану або у віддалених частинах дощових лісів Амазонки. А сильно порушені людською діяльністю спільноти ми зустрічаємо в сільськогосподарських угіддях, в містах і в штучних ставках. Але і навіть в найвіддаленіших частинах світу вплив людської діяльності дає про себе знати підвищенням рівня вуглекислого газу, хімічним забрудненням, збором цінного натуральної сировини, і навпаки, навіть в найбільш змінених людиною місцевостях можна знайти залишки неушкодженою флори і фауни. Середовища проживання проміжного ступеня порушення представляють для біології збереження найбільший інтерес, оскільки вони займають дуже великі площі. Значне біологічне різноманіття може бути збережено в тропічних лісах, де ведеться вибіркова вирубка дерев, в морях і океанах з активним режимом рибного лову й на пасовищах з інтенсивним випасом худоби, При організації заповідника важливо знайти розумний компроміс між вимогами до захисту біологічного різноманіття і нормального функціонування екосистеми і рішенням середньо- і довгострокових завдань забезпечення ресурсами місцевого населення і національного уряду.

Біологічні ресурси Світового океану і пов'язаних з ним прісноводних басейнів, що включають в себе риб, а також деякі інші групи тварин, є найважливішим джерелом харчування населення нашої планети і постачальником кормової і технічної продукції, а також сировини для медичних препаратів.

Біологічні ресурси Світового океану є одним з найважливіших ланок в екологічній системі нашої планети. Під цими ресурсами розуміють зазвичай ту частину океанської біомаси, яка прямо або побічно може бути використана людиною в вигляді продуктів харчування. Світовий улов риби і морепродуктів становить зараз приблизно 100 млн. Т на рік. Крім цього, значну частину біологічних запасів океану становить морська рослинність,

яка вживається в їжу людиною і наземними тваринами, і як сировину для багатьох галузей промисловості.

Вивчення океану як фізичної і хімічної системи просувалося значно швидше, ніж його вивчення як біологічної системи. Гіпотези про походження і геологічної історії океанів, спочатку спекулятивні, придбали міцну теоретичну основу.

Природні ресурси екосфери зазвичай поділяються на невідновлювані (корисні копалини), відновлювані (в основному біологічні) і "невичерпні" (енергія Сонця, вода, повітря, тепло надр і ін.). До цієї ж останньої категорії можуть бути віднесені і такі системи життєзабезпечення як глобальні біогеохімічні цикли основних елементів, глобальний гідрологічний цикл, циркуляція атмосфери і океану, процеси синтезу-деструкції органічної речовини та ін. Це дуже умовний розподіл. Межі між категоріями ресурсів розмиті. Ці кордони відносні з точки зору часу. Наприклад, мінеральні ресурси і ґрунти продовжують створюватися і розвиватися і в наш час, але швидкість їх формування незрівнянно менше швидкості їх споживання. Вода, в цілому відновлюваний ресурс, може бути за певних обставин не відновлюваним ресурсом [39; 50; 52; 53;].

Катастрофічні результати впливу людини на природу вперше були сприйняті через список винищених людиною видів рослин і тварин. Масштаби такого впливу вражають: тільки за історичний час зареєстровано зникнення понад 100 видів великих ссавців і приблизно така ж кількість видів і підвидів птахів. Серед них такі унікальні форми, як моа (Нова Зеландія), епіорніс (Мадагаскар), дронт (острів Маврикій в Індійському океані), безкрила гагара (Ісландія; останній екземпляр загинув в 1844 р), Стеллерова корова (узбережжі Тихого океану) і ін .

З метою охорони біологічних ресурсів океану застосовуються заходи з регулювання промислу, в тому числі і такі, як встановлення на науковій основі квоти вилову для кожного промислового об'єкта і розділ цієї квоти між провідними промисел країнами.

Біологічна продуктивність океану багаторазово зросла під впливом надлишкового поглинання антропогенного CO₂. Затвердження це не здається

безперечним, бо тоді помітно покращився б стан біологічних ресурсів світової акваторії, хоча б там, де їх використання не перевищує рівень природного відтворення.

Однак з метою охорони біологічних ресурсів океану промисел необхідно регулювати, в тому числі і шляхом встановлення квоти вилову для кожного промислового об'єкта і розділу цієї квоти між країнами, ведуть промисел. У 1997 р Президент РФ видав Указ «Про заходи щодо забезпечення охорони морських біологічних ресурсів і державного контролю в цій сфері». На Федеральну прикордонну службу Росії покладено охорону біологічних ресурсів територіального моря, виключної економічної зони і континентального шельфу Росії, а також державний контроль у цій сфері.

Антропогенне навантаження на води Світового океану в останні десятиліття значно збільшилася. В результаті різко погіршилася якість морської води, завдано збитків біологічним ресурсам океану, збільшилася небезпека для здоров'я людей.

У той же час екологічні системи Світового океану, як правило, знаходяться в кінцевій ланці різних великомасштабних перетворень, потоків різних речовин. Тому океан зазнає значного антропогенного впливу, що приводить до серйозних негативних наслідків, в тому числі до скорочення відтворення біологічних ресурсів.

Уже в даний час в ряді областей Світового океану склалася напружена екологічна ситуація, виникли поля хронічного забруднення. Надходження забруднюючих речовин антропогенного походження, активне вилучення біологічних ресурсів (в тому числі в результаті рибальства більше 70 млн. Т в рік) стають постійно діючими екологічними факторами, що перетворюють морські екосистеми. Останнім часом видобуток корисних копалин (газу та нафти, залізо-марганцевих конкрецій, поліметалічних сульфідів і т.п.) Підсилює негативний вплив на океан.

Сировинна база рибної промисловості складається з біологічних ресурсів власне Світового океану і входять до його складу морів (і перш за все прибережних вод, морів, що омивають Російське узбережжя і включених

в морську економічну зону Росії), а також внутрішніх водойм, що складаються з солоних морів-озер, озер, річок, водосховищ.

Відомо, що шельфи – найпродуктивніші райони Світового океану. Однією з причин високої продуктивності шельфових вод є надходження значного біогенного стоку з суші. Найменший і самий мілководна з океанів – Північний Льодовитий – має найширший шельф, який займає одну третину його дна і що становить 20% загальної площі шельфу Світового океану. Разом з цим арктичний шельф є одним з найменш вивчених, особливо прилеглий до території Якутії. Освоєння біологічних ресурсів морів Лаптевих і Східно-Сибірського вимагає проведення комплексних спеціальних робіт, спрямованих на визначення якісного і кількісного складу фауни тварин, рівня можливого їх раціонального використання, економічної та екологічної доцільності господарської діяльності та багатьох інших.

Науковий і практичний інтерес представляють дослідження біологічних енергетичних ресурсів океану. У цій області рівень наших досліджень і досягнень, практичних розробок поки значно нижче нашого розуміння потенційних можливостей цього виду енергетики океану. Вельми цікаві роботи по горючих нетрадиційним енергетичних ресурсів океану, наприклад, на основі безвідходної технології використання сірководню в Чорному морі.

Діяльність людини охоплює практично всю акваторію Океану: поверхня служить для мореплавання і рибальства; прибережна зона – для отримання біологічних, мінеральних, енергетичних ресурсів, інтенсивного промислового і житлового будівництва. Дно – для видобутку корисних копалин і поховання відходів.

У навколишнє середовище входить також поверхневий шар Світового океану, включаючи шельфову зону, багату біологічними і мінерально-сировинними ресурсами, а також найбільш мобільну частину гідросфери прісні води суші, широко використовувані в діяльності людського суспільства. Науково-технічна революція (НТР), яка викликала інтенсифікацію виробничих процесів, призвела до різкого збільшення

масштабів використання різноманітних природних ресурсів, особливо мінерально-сировинних, ґрунтових, біологічних і водних. Одночасно виникла небезпека порушення нормативного функціонування біосфери. На цьому тлі зростає інтерес до природно-ресурсним дослідженням, так як природа і природні ресурси становлять природний баланс суспільного виробництва.

У поняття «навколишнє середовище» входить також поверхневий шар Світового океану, включаючи шельфову зону, багату біологічними і мінерально-сировинними ресурсами, а також найбільш мобільна частина гідросфери – прісні води суші, широко використовувані людиною в його господарській діяльності.

Біоресурсна і промислова екологія вивчає умови, при яких експлуатація біологічних ресурсів природних екосистем (лісів, континентальних водойм, морів, океану) не призводить до їх виснаження і порушення, втрати видів, зменшення біологічного різноманіття. До завдань цієї дисципліни входить також розробка методів відновлення і збагачення біоресурсів, наукове обґрунтування інтродукції та акліматизації рослин і тварин, створення заповідників.

У період науково-технічної революції все більше коштів вкладається в вивчення Світового океану, що є перспективним джерелом природних ресурсів. Одночасно світовий океан виконує функції регулюючого механізму процесів, що забезпечують нормальну життєдіяльність всіх біологічних організмів, в тому числі і людини.

Світовий океан зосереджує 96% води земної кулі; робить вирішальний вплив на клімат планети; це джерело біологічних, мінеральних і енергетичних ресурсів. Тому охорони Світового океану присвячено близько 25 правових і нормативних міжнародних документів, а також ряд рішень, угод, резолюцій і договорів. Серед них велике значення мають заборона забруднення океану нафтою, хімічними і радіоактивними речовинами, іншими шкідливими відходами. На глобальному рівні діють також Конвенція про рибальство й охорону живих ресурсів моря (1958) і Конвенція ООН з морського права (1982). Вони проголошують право держав на промисел тварин з урахуванням міжнародних норм.

Світовий океан також є об'єктом міжнародної охорони. Він містить величезну кількість корисних копалин, біологічних ресурсів, енергії. Велико і транспортне значення океану. Освоєння Світового океану має проводитися в інтересах всього людства.

Продовжується співпраця в рамках Конвенції ООН з морського права (1982 г.) і за іншими угодами і договорами про охорону Світового океану. Велика робота ведеться по виконанню Конвенцій: про збереження живих ресурсів в Балтійському морі (1973 г.); про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори (1973 г.); про захист Чорного моря, ратифікована в 1993 р); про збереження водно-болотних угідь (1971) і багатьох інших. У липні 1992 р Росія стала членом Конвенції про біологічне різноманіття.

У 1998 р уряд РФ прийняв постанову «Про федеральну програму» Світовий океан ». Основна мета програми – комплексне рішення проблеми вивчення, освоєння і ефективного використання ресурсів в просторі Світового океану в інтересах економічного розвитку, забезпечення безпеки країни і охорони її морських кордонів. Серед підпрограм можна назвати такі, як «Мінеральні ресурси Світового океану, Арктики і Антарктики», «Створення технологій для освоєння ресурсів і просторів Світового океану »,« Використання біологічних ресурсів Світового океану »,« Створення єдиної системи інформації про обстановку в Світовому океані ». [50; 54; 55;]

Хоча площа суші вдвічі менше, ніж площа, яку займають океани, її екосистеми мають річну первинну продукцію вуглецю, що більш ніж удвічі перевищує річну первинну продукцію Світового Океану (52,8 млрд. т. і 24,8 млрд. т. відповідно) при відносній продуктивності наземних екосистем, в 7 разів перевищує продуктивність екосистем океану. З цього, зокрема, випливає, що надії на те, що повне освоєння біологічних ресурсів океану дозволить людству вирішити продовольчу проблему, не дуже обґрунтовані. Мабуть, можливості в цій області невеликі – вже зараз рівень експлуатації багатьох популяцій риб, китоподібних, ластоногих близький до критичного, для багатьох промислових безхребетних – молюсків, ракоподібних і інших, в зв'язку зі значним падінням їх чисельності в природних популяціях стало економічно вигідним розведення їх на спеціалізованих морських фермах.

Приблизно таке ж і становище з їстівними водоростями, такими як ламінарія (морська капуста) і фукус, а також водоростями, використовуваними в промисловості для отримання агар-агару та багатьох інших цінних речовин.

Марикультура – штучне вирощування і розведення морських промислових організмів (устриць, молюсків, водоростей і ін.), зокрема в морях, лагунах, лиманах, річкових естуаріях і т.д. (Морська аквакультура). А в природних і штучних континентальних водоймах – головним чином риборозведення. В останні роки надмірний вилов риби та інших морепродуктів в Світовому океані сильно виснажив біологічні ресурси, причому багато місця отримання морепродуктів в Атлантичному і Тихому океанах були доведені майже до повного виснаження. У зв'язку з цим і отримала широкий розвиток марикультури, корки якої сягають глибокої давнини: ще за 2000 років до н.е. в Японії на приливних ділянках узбережь займалися вирощуванням устриць. В даний час марикультура дає близько 9 млн т продукції або 1/7 всіх морепродуктів, причому головними виробниками є Китай, Японія, Індія та ін.

Для охорони гідросфери від нафтового забруднення повинні отримати превентивні природоохоронні заходи, що знижують або виключають ймовірність аварії при видобутку і транспортування вуглеводневої сировини. Вони пов'язані зі збільшенням витрат на будівництво суден, морських стаціонарних платформ і підводних трубопроводів, але їх обсяг значно менше витрат на застосування штучних методів очищення води і збитків від погіршення біологічних і рекреаційних ресурсів Світового океану.

Нарешті, можна говорити про ще більш високий ступінь інтеграції об'єднанні на основі використання океанської енергетики господарської та природозмінюючої діяльності в океані взагалі. Подібна інтеграція передбачає використання всіх видів перетворювачів океанської енергії, пов'язаних в єдиний комплекс з виробничими підприємствами і океанськими фермами, і діючих в інтересах світової спільноти. На початковому етапі створення такої комплекс міг би розвиватися по лінії розробки енергетичних і біологічних ресурсів, Потім сюди ж можна було б підключити розробку мінеральних

ресурсів океану і управління кліматом планети шляхом впливу за допомогою океанських перетворювачів на природні явища.

Вище згадувалося, що в 1977 р чисельність населення Землі становила понад 4 млрд. Чоловік, а до 2000 р, за розрахунками ООН, вона досягне 6,5-7,0 млрд. чоловік. Зростання виробництва продуктів харчування і особливо білкових продуктів відстає від зростання населення планети.

За даними ФАО (Організація з продовольства і сільського господарства ООН), тільки 1-1,5 млрд. чоловік мають в раціоні харчування достатню кількість білка, а 2,5 3,0 млрд. чоловік відчують білковий голод, причому значна частина - в дуже сильному ступені. У цих умовах закономірно прагнення все в більшій мірі використовувати біологічні ресурси океану.

Мінімальною біомасою мають глибоководні улоговини і глибоководні жолоби. Через утруднений водообміну тут виникають застійні області, а поживні речовини містяться в мінімальних кількостях [39; 56].

3.6 Різноманіття морських екосистем, їх чутливість до змін клімату

У Світовому океані зосереджено всі три основні комплекси тваринного і рослинного світу океанів – нектон, бентос і планктон. За значенням і масштабами використання провідне місце займає нектон. У його біомасі переважають (до 85%) риби. Близько 10-15% загальної маси нектону доводиться на частку нектонних головоногих молюсків, головним чином на кальмарів. Деякі ракоподібні представлені переважно креветками. Морські ссавці – кити і ластоногі – становлять менше 5% всієї біомаси нектону.

У порівняно невеликому обсязі використовується бентос. Серед зообентосу господарської цінністю володіють деякі види двостулкових молюсків (мідії, устриці, гребінці). Широко використовуються ракоподібні (краби, омари, лангусти) і голкошкірі (морські їжаки). З фітобентосу практичне застосування знаходять деякі представники бурих, червоних і зелених водоростей і вищі квіткові водні рослини.

До планктону відносять діатомові водорості, деякі молюски та ракоподібні. З недавніх пір стали використовувати один з видів ракоподібних – криль. Живі ресурси можуть відновлюватися природним і штучним шляхом. Біологічним ресурсам властива «рухливість» сировинної бази. Морські тварини на різних фазах свого життєвого циклу – нересту, відгодівлі та зимівлі – потребують різних умов середовища. У зв'язку з цим їм доводиться здійснювати відповідні міграції, які відбуваються як в горизонтальному, так і у вертикальному напрямках. Міграції можуть бути сезонними або добовими. Морські біологічні ресурси, а отже, і їх сировинна база непостійні. Це пов'язано з просторово-часовими змінами умов існування організмів. Сезонність зумовлює відповідно різні можливості і умови їх видобутку.

Кліматичні зміни впливають на глобальні океанічні властивості, змінюючи кількість CO₂, O₂, що проникають сонячних променів і концентрацію поживних речовин. Пряме втручання людини в регіональних масштабах, включає: вступ немісцевих видів, надмірний промисел, забруднення атмосферного повітря на більшій площі, переміщення запасів азоту, евтрофікацію точкових джерел і руйнування місць існування. Все це також впливає на зміну океанічних властивостей.

Кожна зміна в морського життя, глобально впливає на загальний стан водної екосистеми. Сукупний вплив всіх факторів є результатом комплексних змін - починаючи від органічної та фізіології і закінчуючи ареалом протяжності кордонів біогеографічних регіонів. На багато організми ефект підкислення океану діє разом з ефектами інших ключових факторів, таких як, температура і гіпоксія, що також впливає на молекулярні рівні екосистеми.

Для фітопланктону, мала кількість світла надає негативний ефект на кальцифікацію планктону, що змушує його пристосовуватися під зміни запасів поживних речовин і світла. Дослідження палео подій, показують, що в нинішньому стані екосистеми, швидкість природних змін таких як: глобальне потепління, посилення стратифікації і дезоксінація, на порядок нижче ніж старі показники (більш ніж в 10 разів).

І складність зміни палео - екосистеми, і складність нинішніх ефектів, підтверджують чітку атрибуцію біологічних тенденцій в окремих напрямках.

У разі потепління і гіпоксії – зміни залежать від зміни сезону і навіть від добових факторів, що впливають на організми та екосистему в цілому.

Вплив температури на екосистеми в основному являється наслідком реакції організму. Організми також реагують на зміни викликані температурою у фізичному навколишньому середовищі, такі як стратифікація, зменшення морського крижаного покриву та середовища що опріснюється. Температура навколишнього середовища взаємодіє з іншими складовими, такими як підкислення і гіпоксія океану. Зміна температури грає більш обмежену роль у житті морських ссавців та морських птахів.

Всі організми, включаючи морські, мають обмежені діапазони температур в межах яких вони живуть і функціонують. Органічна продуктивність пов'язана з температурою, що називається нормою термічної реакції, яка, ймовірно, властива для всіх організмів, від вірусів та фітопланктону до макроводоростей і рослин та тварин. Пороги термоперенесення сильно відрізняються між організмами, і гіпотеза полягає в зниженні стійкості завдяки підвищенню організаційної складності та розміру тіла. Максимальні теплові межі тварин і рослин близькі до максимальної температури знаходиться в теплих океанах. Норми реакції, термічні межі та основні механізми більше розвинені у тварин. У тварин фізіологічні зміни впливають на зростання, розмір тіла, поведінку, імунну оборону, годування, репродуктивний успіх, біогеографію, фенологію і тому на структуру та функціонування екосистеми.

Іншим важливим аспектом впливу глобального потепління на популяції риб і безхребетних є біопродуктивність. Посилення стратифікації, ослаблення конвекції, зменшення товщини верхнього перемішаного шару, ослаблення вітрів і зменшення льодовитості сприяють зниженню обсягів первинної продукції океану. Однак не слід очікувати прямого ефекту такого зниження на врожайність промислових популяцій, яка визначається не стільки первинної продуктивністю, скільки умовами відтворення промислових і кормових видів.

Яскравим прикладом цього є небачене зростання запасів тихоокеанського кальмара *Todarodes pacificus* в Японському морі і СЗТО в останні десятиліття, причиною якого стали зростання великої кількості зоопланктону (Рисунок 3.6 1) і сприятливі умови для відтворення цього виду, що склалися в теплі зими з тонким перемішаним шаром [52; 57; 58;].

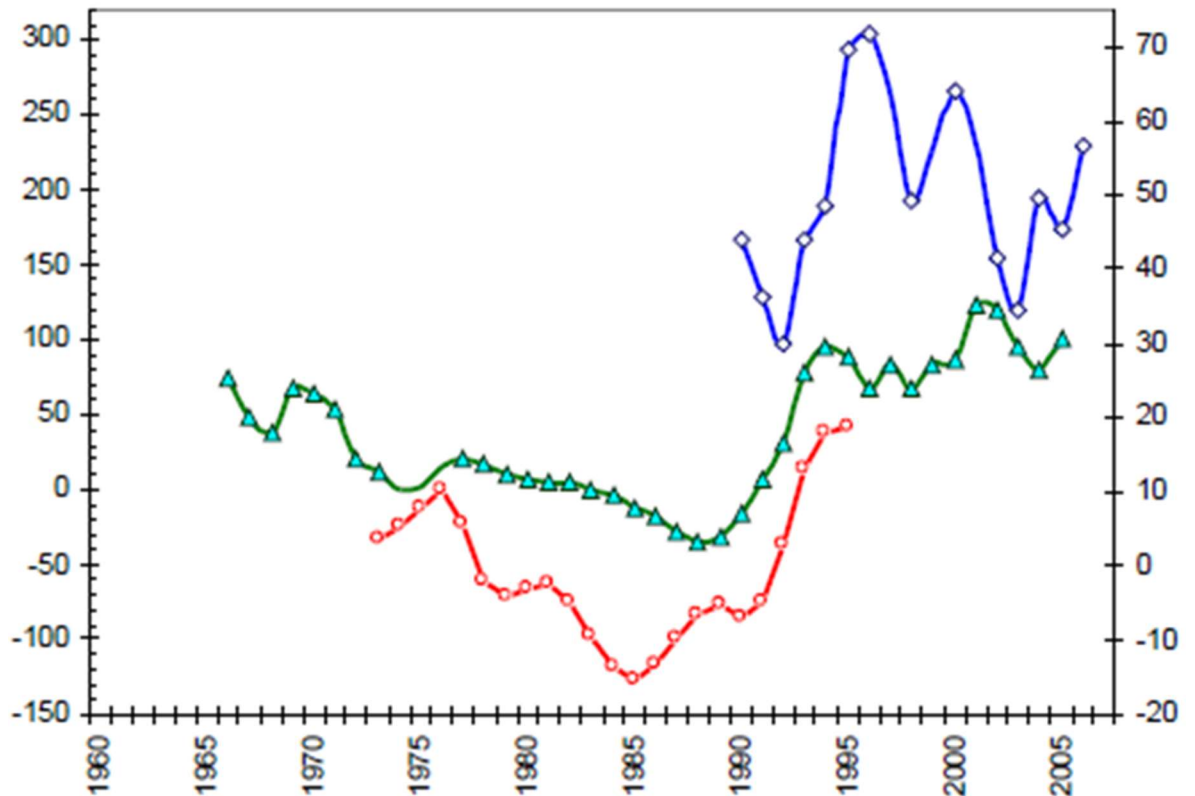


Рисунок 3.4 - Зростання загальної маси зоопланктону у Японському морі.

- ◇— загальна біомаса зоопланктону в північно-західній частині моря
- ▲— загальна біомаса зоопланктону в південно-західній частині моря
- аномалія загальної біомаси в південно-східній частині моря

Розуміння впливу кліматичних змін на функціонуванні окремих організмів, популяцій видів, спільнот, екосистем, будуються на дослідженнях в лабораторії, в мікро- та мезокосмах (закриті експериментальні від малого до середнього) Системи, що наближаються до природних умов, тримають відібрані біологічні спільноти), біоти або місцеві спільноти, а також моделювання. Ці дані повідомляють нам, які таксономічні групи в якому регіоні більш сприйнятливі до кліматичних змін. Емпіричні дослідження

морського організму та чутливості до екосистем почали виявляти механізми та процеси, що пов'язують клімат зі змінами екосистеми. Зміни складу екологічної спільноти, взаємодії видів, і динаміка харчових ланок часто залежить від наслідків реакції організмів на зміни клімату. Основні біологічні механізми залежать від факторів пов'язаних з кліматом що стосується всіх рівнів організації організму починаючи від організму в цілому, та закінчуючи на молекулярному рівні. Такі знання допомагають тлумачити і віднесення кліматичних змін до спостережуваних ефектів і є основним аргументом для прогнозування майбутніх впливів.

Генетико-фізіологічне підґрунтя кліматичної чутливості організмів встановлює межі реакції на екосистему і забезпечує важливу інформацію про чутливість, стійкість, напрям і сфері майбутніх змін. Оскільки антропогенна зміна клімату прискорюється, ключовим питанням є те, як швидко організми можуть компенсувати ефекти окремих або декількох впливів, шляхом короткочасної акліматизації або довгострокова еволюційна адаптація упродовж поколінь. Еволюційна адаптація залежить від генетичної варіації в межах популяції, з яких оточення вибирає найбільш придатні генотипи.

Генетична варіація залежить від частоти мутацій, часу генерації та розміру популяції. Проте епігенетичні механізми, такі як модифікації геному шляхом метилювання ДНК, також може впливати на фізичну форму та адаптацію, і може бути надзвичайно швидким, як видно в наземних екосистемах. У рослинах і тваринах швидкість еволюційної адаптації стримується довгим часом генерації, але посилюється високою фенотипічною мінливістю та високою смертністю на ранніх етапах життя як селекційний фактор. Ліміти акліматизаційного та адаптаційного потенціалу в даний час невідомі.

Однак масові вимирання зустрічаються при значно повільніших темпах зміни клімату в історії Землі, це свідчить про те що еволюційні темпи в деяких організмах може бути недостатньо швидкими, щоб адаптуватися. Всебічне розуміння впливу зміни клімату на екосистеми вимагає вирішення впливу окремих складових на таксони організму, інтегровані дія кількох

складових, наслідки для харчових ланцюгів та конкретні впливає на дихаючих повітрям тварин і впливає на найвищі трофічні рівні. [68; 62; 65;]

Дослідження глобального масштабу спостереження та моделювання дають достовірне підтвердження сучасних і майбутніх кліматичних змін навколишнього середовища, оточуючого океан. Оцінка наявних результатів та прогнози вимагають знання характеристик біоти океанської екосистеми та їх чутливість до клімату.

Життя на Землі різноманітне внаслідок майже 4 мільярдів років еволюційної Історії. Морські мікроорганізми є найдавнішими формами життя і найбільше функціонально різноманітні; багатоклітинні організми обмежені функціональними здібностями. Знання загальних схожостей між доменами організмів Археї, Бактерії та Еукарії або королівства Бактерій, найпростіших, грибків, рослин, та тварин сприятиме прогнозуванню впливу клімату. Філогенетичне та метаболічне різноманіття мікробів (тобто вірусів, архей, бактерій, протестів і мікроводоростей підтримує ключові екосистемні процеси, такі як первинна продукція, фіксація CO_2 та виробництво O_2 (фотосинтез), перетворення азоту в аміак (фіксація N_2) та використання нітратів, сульфатів, CO_2 та металів (залізо і марганець) в обміні речовин замість O_2 , коли він відсутній.

Мікроби покращують горизонтальну передачу генетичної інформації між не пов'язаними особами, тим самим покращуючи біорізноманіття. Мікроби можуть відреагувати на зміни клімату, враховуючи їх велику різноманітність, заміщенням видів, і тим самим підтримувати їх біогеохімічні властивості. Заміщення видів також зустрічаються серед рослин та тварин, але в більшості випадків дослідження зосереджені на їх стійкості, адаптації, виживанні і збереженні в умовах зміни клімату.

Пелагічні організми є ключовими для біогеохімічних процесів в океані. Основою морської трофічної піраміди є фотосинтетична фіксація CO_2 фітопланктоном – процес, що називається первинним виробництвом. Фотосинтез контролюється світлом, температурою, неорганічними поживними речовинами (CO_2 , нітрати, фосфати, силікати і мікроелементи, у тому числі залізо), а концентрація залежить від стабільності перемішування

вод поверхневого шару). Екологічна мінливість та переміщення організмів через океанські течії обумовлюють мінливість фітопланктону його продуктивність, конкурентоспроможність та природний відбір і призводять до змін в виділення вуглецю. Обмеження харчових продуктів призводить до зниження рівня ЧПП або хлорофілу та зменшення кількості енергії, що постачається до вищих трофічних рівнів, включаючи рибу та безхребетних, що впливають на урожай рибного промислу. Широкий спектр трофічних конструкцій у харчових ланках морського середовища та потенційно нелінійні зміни в передачі енергії під різними сценаріями сонячної енергії та температури перешкоджає точному прогнозуванню змін у вищих трофічних рівнях.

Первинна продукція океану нерозривно пов'язана з бентосом через біологічне поглинання, хімічний обмін поживними речовинами та газами, а також наявність організмів як на пелагічних, так і на донних етапах життєвого циклу. Навіть у глибоководних ареалах тривалий осад органічного детриту є первинне джерело вуглецю і енергії. Тому вплив клімату на поверхневі морські екосистеми вплине навіть на найглибші бентосні спільноти, навіть якщо прямих змін їх середовища проживання не відбувається.

Бентосні організми, що живуть в мілководдях або в прибережній зоні (де вони стикаються з тимчасовим впливом повітря) адаптуються і поступово змінюються через вплив змін навколишнього середовища, такі як температура, кисень, CO_2 , солоність та рівень моря. Рослини та сидячі або дуже малі тварини можуть не вийти з несприятливих зміни, крім як за допомогою переміщення запліднених яєць або планктонічних личинок. Якщо зміна клімату завдає шкоди цим видам бентичного середовища існування, може постраждати вся екосистема. Це стосується екосистем, які формують середовище існування з виробляємих ними структур (наприклад, корали, що утворюють скелети) і ті, що утворюють середовище проживання через їх життєдіяльність (наприклад, переробку черв'яками та утворення осаду у процесі, що називається біотурбацією). Вплив клімату на обидва типи

екосистем (розділи 6.3.1-8) впливають на регенерацію поживних речовин і на бенто-пелагічний зв'язок [39; 42; 52;].

3.7 Загроза змін клімату для біологічних ресурсів світового океану

У нещодавно проведеному дослідженні «Публічної наукової бібліотеки», кліматичні моделі пророкують, що температура Світового може збільшитися ще на 7 °C протягом наступних ста років. Тепліша температура води збільшує активність харчування і споживання зоопланктону, включаючи криль (дрібні рачки, в масі живуть в товщі води). Криль, перебуваючи на початку харчових ланцюгів океану, є основою ряду морських екосистем: харчуючись фітопланктоном і дрібним зоопланктоном, він, в свою чергу, служить їжею вусатих китів, деяких ластоногих, пелагічних риб і птахів.

Незважаючи на мільйони років своєї еволюції сьогодні морські організми повинні дуже швидко пристосовуватися до нових умов життя. Навколишнє середовище морських організмів схильна до змін в двох основних аспектах – це зміни, що відбуваються в їх природному середовищі існування і кормову базу, і зміни в хімічному складі океану. Морські рослини, головним чином планктон, є первинними виробниками, які формують базу трофічного ланцюга. Як очікується, відбудеться поступове зменшення кількості цих рослин в теплих водах, що, по суті, буде скорочувати кількість біогенних речовин, доступних для організмів-консументів наступної ланки трофічного ланцюга. Крім того, температура виступає важливим тригером в життєвих циклах багатьох морських рослин і організмів, і часто процеси початку годування, зростання і розмноження узгоджуються за часом. Якщо синхронність процесів порушується, виникає небезпека того, що організми можуть вийти на "сцену життя" тоді, коли джерела їх харчування вже зникли.

Очікуване підвищення температури океану викличе, згідно з прогнозами, міграцію морських організмів, яка залежить від їх температурної

толерантності, – жаротривкі види розширяють свій район проживання в північному напрямку, а менш толерантні види просто підуть зі звичних місць. Така зміна динаміки океану надасть згубний вплив на ті види, які не здатні мігрувати, і може привести до їх загибелі. Закислення океанічної води, тобто підвищення рівнів вмісту CO_2 в результаті зниження рН морської води, не тільки скорочує велику кількість фітопланктону, але і знижує накопичення солей кальцію у деяких морських організмів, таких як корали та молюски, що веде до підвищеної крихкості їх скелета і уповільнення зростання [48; 59; 60; 61; 62;].

Для коралових рифів, ймовірно, найбільшу загрозу представляє знебарвлення в результаті підвищення температури поверхні моря. Знебарвлення відбувається в тому випадку, коли тривале підвищення температури викликає розрив зв'язку між коралами і їх симбіотичних зооксантеллами (бура водорість). Корали згодом виганяють зооксантели, втрачають свій бурий колір (знебарвлюються) і слабшають. Деякі корали здатні відновлюватися (часто з імунодефіцитом), проте в більшості подібних випадків вони гинуть.

Реальна проблема полягає в тому, що обумовлені зміною клімату відхилення накладаються на морське середовище, яке вже знаходиться під тиском прямих або непрямих антропогенних чинників напруги, пов'язаних з переловами риби (надмірним рибальським промислом) і неправомірними формами рибальства, розвитком прибережних районів, наземними джерелами забруднення та внутрішнім забрудненням морського середовища. Такий сукупний вплив численних факторів напруги створює вкрай несприятливі умови для світових коралових рифів, і, згідно з прогнозами, близько однієї третини колоній морських рослин і організмів, за рахунок яких відбувається утворення рифів, знаходяться на межі зникнення. У всьому світі відбувається значне скорочення числа коралових рифів. Проте в науковому співтоваристві вважають, що це скорочення передуює проведенню глибоких наукових досліджень. Ще зовсім недавно коралові рифи були недоступні вченим, тому дослідження коралових рифів, в порівнянні з іншими областями, можна назвати певною мірою новими, адже вони

почалися не більше ніж 50 років тому, але навіть за такий нетривалий період часу відзначається значне погіршення стану коралових рифів у всьому світі. Протягом 1980-х і 1990-х років скорочення площі коралів ще більше погіршилося через втрату рослинної морських тварин (морських їжаків і рослинних риб), що харчуються домінуючими морськими водоростями, знебарвлення і хвороб коралів. Нідє в світі вимирання коралових рифів не проявляється так гостро, як в Карибському морі, яке сьогодні розглядається як живий приклад загибелі коралових рифів. Зіставлення з оціночними даними за 1960-і роки однозначно вказує на послідовне скорочення загальної площі коралів і надмірне збільшення м'ясистих морських водоростей.

Необхідно на глобальному рівні приймати серйозні заходи для пом'якшення наслідків зміни клімату, а саме безпосередньо скорочувати викиди, підвищувати ефективність енергетики, обмежувати вирубку лісів і збільшувати поглинання вуглецю. На даному етапі заходи щодо пом'якшення наслідків, як очікується, можуть лише запобігти подальше потепління, оскільки повернути назад нинішній перебіг подій представляється малоімовірним.

В даний час вчені, які займаються вивченням коралових рифів у всьому світі, сходяться на думці, що морське середовище в цілому і коралові рифи зокрема схильні до негативного впливу зміни клімату. Більшість вчених вважають, що темпи змін кліматичних умов теоретично перевищують потенціал коралових рифів до адаптації і відновлення.

Перспективи для регіону Карибського моря менш оптимістичні, ніж для регіону Індійського і Тихого океанів. Як показують дослідження, низька популяція морських їжаків очевидно дозволяє морським водоростям відвойовувати простір у коралів. Одне з можливих рішень полягає в тому, щоб підтримувати здорову популяцію скарових риб і тим самим тримати під контролем популяцію морських водоростей. Як показують проведені дослідження, здатність адаптуватися до більш теплих вод відзначається не у багатьох коралів. У той же час вчені з'ясували, що в деяких регіонах, особливо у віддалених частинах Тихого океану, де рифи знаходяться далеко

від людської діяльності, вони проявляють стійкість до підвищення температури поверхні моря і до знебарвлення.

Багато вчених вважають, що підвищення температури може сильно змінити продуктивність і структуру морських екосистем, які не завжди можна передбачити, але є й інша серйозна небезпека – це окислення океану внаслідок розчинення у воді двоокису вуглецю, – коментує Костянтин Згуровський, Керівник морської програми WWF Росії, член громадської Ради ФАР. – Підвищений вміст CO₂ становить загрозу руйнування коралів, а також масових дрібних тварин – форамініфер, основою скелета яких є кальцій. Це може серйозно підірвати продуктивність морів і океанів, оскільки коралові рифи і особливо мікроорганізми, що володіють таким скелетом, створюють основу продуктивності багатьох районів океану.

Люди значно залежать від морських екосистем, які постачають 16% від загального споживання тваринного білка. Температура морської води по всьому світу вже збільшилася на 4 градуси Цельсія. У червні середня температура поверхні океану збільшилася до 17 °C – це найвищий показник з 1880 року, який побив рекорд 2005 року, за інформацією Національної Адміністрації океанів і атмосфери США [63; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 70; 71;].

3.8 Шляхи вирішення проблем кліматичних змін для світового рибальства

Мінливість кліматичного масштабу, як правило, менше більш короткоперіодної мінливості, наприклад міжрічної, тому пов'язані з нею тенденції зміни промислових ресурсів не треба розуміти так, що очікуване зменшення або навіть зникнення запасів відбудеться раптово. Швидше за все, для підприємств, які планують свою діяльність на рік або навіть п'ятирічку, такі зміни залишаються непомітними. Але в процесі змін в структурі екосистем і їх функціонуванні відбувається порушення раніше відкритих закономірностей впливу середовища на промислові об'єкти, що стосуються

тієї ж міжрічної або навіть сезонної мінливості, що руйнує систему раціонального управління промислами. Наприклад, японськими вченими для періоду до початку швидкого потепління встановлено, що періоди зниження температури води навколо Японії сприятливі для сардини-івасі, а потепління сприяє зростанню запасів анчоуса і тихоокеанського кальмара. А в Беринговому морі в теплі зими формувалися врожайні покоління минтая. Але вже в сучасний період ці закономірності перестають виправдовуватися, і необхідно встановити нові закономірності, що діють в умовах, що змінилися і враховують всі аспекти впливу змін клімату на гідробіонтів, в тому числі раніше невідомих змін в структурі екосистем і їх функціонуванні.

Так, у періоду останнього потепління клімату, пов'язаного, з посиленням зональної циркуляції, відповідали переміщення деяких великих порід риб на північ в системі океанічних течій, що залежать від атмосферної циркуляції. Найбільш примітним і в якійсь мірі драматичним прикладом цієї міграції в період потепління з'явилися збільшення і спад уловів тріски у західних берегів Гренландії. Так, за даними лабораторії з рибальства Великобританії в 1908-1910 рр. в прибережних водах цього району практично не було тріски, в 1912 році її виловили 24 тис. т, до 30-х років - 70 тис. т, в 50-60-х роках - 450 тис. т. В останні роки вилов тріски заборонений у зв'язку з практичним її зникненням біля берегів Західної Гренландії. Пояснюється це головним чином змінилися температурними і циркуляційними умовами в океані в результаті зміни режиму загальної циркуляції атмосфери (ослаблення зонального перенесення) і почався похолодання клімату. Чисельність норвезької оселедця, японської та адриатичної сардини збільшується в періоди потепління клімату, шведської оселедця - стає більше при похолоданні.

Характерно, що коливання клімату не мають великої амплітуди, в той час як амплітуда коливань рибного промислу велика. На тлі порівнено довгоперіодичних коливань клімату і відповідних їм коливань рибної продуктивності спостерігаються і більш короткоперіодні зміни продуктивності рибного виробництва. Приклад тому – явище Ель-Ніньйо біля західних берегів Південної Америки. Воно пов'язане з підйомом

глибинних холодних вод, викликаним складною взаємодією океанічних і атмосферних процесів. Після Ель-Ніньйо 1957-1958 рр. популяція птахів, що шарчувалася анчоусом, полетіла, і анчоус був відновлений. Однак після Ель-Ніньйо 1965 року чисельність анчоуса скоротилася з 18 млн. до 4 млн. т, а після 1972-1973 рр. вона скоротилася до 1 млн. т. Таким чином, саме Ель-Ніньйо. – результат кліматичного впливу. Але воно, в свою чергу, позначається на залежності між хижаком (птиці) і його жертвою (анчоус) з періодичністю від 6 до 10 років. Цей приклад свідчить про можливість досить складної нелінійної взаємодії між кліматичними аномаліями і рибним виробництвом зі зсувом у часі. Однак існують і прямі зв'язки. Так, розмноження риб збільшується в теплій воді і затримується в холодній. Надалі на цей ефект накладається вплив сонячної радіації, напрямок і швидкість вітру. Проте для впевнених прогнозів впливу кліматичних факторів на рибний промисел у відкритому океані даних ще недостатньо, а спроба іхтіологів встановити співвідношення між чисельністю різних вікових груп риби і кліматичними факторами великого успіху поки не принесла. У всякому разі, тут не можна привести таких простих залежностей обсягу рибного промислу від кліматичних умов, як для сільського господарства або виробництва і розподілу енергії та ін. Так, для більшості порід риб підвищення температури води і тривалості теплого періоду сприяє швидкому зростанню риби. Багато видів взагалі не розмножуються, якщо вода не досягає певної температури. Кліматичні чинники, що регулюють якість води, можуть виступати в ролі фізіологічних стимуляторів, особливо в період розмноження риби.

У деяких випадках негативні тенденції в морському промислі, пов'язані з глобальним потеплінням, можуть бути подолані за допомогою марикультури або аквамеліорації. Є чимало прикладів того, як скорочення природного відтворення біоресурсів через зміни клімату успішно компенсується їх штучним розведенням або шляхом штучної стимуляції їх природного відтворення. Приклад другого підходу, реалізований в Примор'ї, де ослаблення зимового мусону в ході глобального потепління веде до деградації заростей ламінарії *Laminaria japonica*, що несприятливо для

місцевої популяції сірого морського їжака – цінного промислового виду (рисунок 6.1). Для збереження промислу розроблена технологія по штучному вирощуванню ламінарії і як товарного продукту, і як підживлення для "диких" морських їжаків.

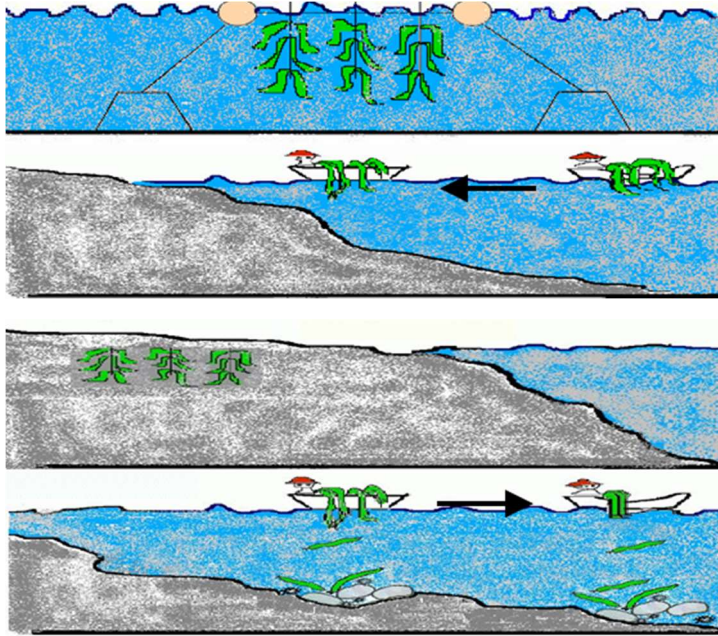


Рисунок 3.5 Деградація заростей ламінарії в ході послаблення зимового мусону.

Різні кліматичні зміни виступають як основний фактор рибної популяції у всіх водоймах за винятком великих, де цей вплив дещо менше. У тих же випадках, коли на чисельність риб впливають інші чинники, наприклад необмежений розвиток рибальства або забруднення вод, навіть незначні зміни клімату можуть мати серйозні наслідки для структури видів рибного співноти і в кінцевому підсумку для характеристики рибних популяцій. Розвиток рибальства у внутрішніх водах має велике майбутнє, але планування цього розвитку і сам розвиток, мабуть, неможливо вести без врахування впливу клімату.

Слід враховувати, що деякі аспекти зміни клімату, не надаючи істотного ефекту на природні екосистеми, важливі для гідробіонтів штучного утримання. До таких належить посилення штормів, яке очікується в деяких районах світу внаслідок глобального потепління і вже спостерігається, наприклад, в північній частині Індійського океану, де сильно ускладнює культивування креветок [10; 14; 28;].

Майбутні наслідки змін клімату для рибальства і аквакультури все ще погано вивчені. Ключем до мінімізації негативних впливів і максимізації можливостей буде розуміння і сприяння поширенню широкого ряду творчих адаптивних стратегій, які впроваджуються державними організаціями або приватним сектором, і їх взаємодію з існуючими політичними, юридичними та адміністративними системами.

Розгляд потенційної складності взаємодій кліматичних змін і можливих масштабів їх впливу вимагає висування міжгалузевих відгуків на перший план в рамках систем управління. Можливо, відгуки будуть більш своєчасними, актуальними і ефективними в тих випадках, коли вони включені в нормальні процеси розвитку і втягують людей та організації на всіх рівнях. Це вимагає не тільки розуміння пов'язаних з кліматом сил і процесів та їх взаємодії з іншими, але також наявності достатньої інформації для ефективного прийняття рішень та підходів, в яких беруть участь державний і приватний сектори.

Можливість просторового зміщення людей і водних ресурсів в результаті впливу кліматичних змін і впливу на транскордонні ресурси вимагає посилення існуючих регіональних структур і процесів або додання їм більш конкретної мети. Політичні та правові механізми, які займаються цими питаннями, зажадають розробки або удосконалення. Регіональні ринкові і торгові механізми, можливо, будуть також грати більш важливу роль в якості сполучної ланки і амортизатора мінливості пропозиції і в підтримці галузевої вартості і інвестицій.

Хоча зазвичай вважається, що зміна клімату має тільки негативні наслідки, воно може надати цій галузі додатковий позитивний стимул для переходу до сталого розвитку. Наприклад, стійкість і адаптивність екосистем водних ресурсів і виробничих систем рибальства і аквакультури, а також залежать від водних ресурсів груп населення повинні бути посилені шляхом застосування існуючих принципів і методів належного керівництва та управління. До таких методів належать екосистемний підхід до рибальства (ЕПР) і екосистемний підхід до аквакультури (ЕПА), які включають практичні методи адаптивного і запобіжного управління, засновані на

відповідних соціальних, економічних, політичних і організаційних стимулах. Подібним же чином, поліпшення паливної економічності, енергетичної та після промислової ефективності галузі можуть зменшити її вуглецевий слід і в той же час дозволять їй наблизитися до цілей сталого розвитку.

Дослідження кліматичних змін концентруються на індикаторах, що дозволяють відслідковувати зміни; вивченні причинно-наслідкових відносин; а також моделюванні, оцінці і прогнозі впливів, в першу чергу на суші. Міжнародні угоди, такі як Рамкова конвенція ООН про зміну клімату та пов'язані з нею інструменти, націлені на те, щоб мобілізувати увагу і зацікавленість урядів у скороченні викидів парникових газів.

У той час як зміна клімату все частіше розглядається в науковій літературі, в рибному господарстві це питання тільки починає офіційно розглядатися окремими галузевими або рибогосподарськими органами управління. Однак рибальська і рибоводна галузь, включаючи її науково-дослідні організації, знайома з питанням мінливості клімату і має досвід розгляду мінливості в різних часових масштабах, таких як явища Ель-Ніньо, декадні зміни навколишнього середовища океанів і більш довготривалі зрушення режиму. В результаті, програми спостережень, науковий аналіз, комп'ютерні моделі, а також накопичений досвід і стратегії, розроблені промисловиками, переробниками, рибоводами і керуючими органами дуже корисні при вирішенні питання про зміну клімату. Багато принципів і стратегій, розроблені для розгляду «нестабільних» запасів, стануть в нагоді і в разі кліматичних змін. Складнощі включають: застосування цих підходів до ширшої, тривалої і вираженої мінливості, очікуваної при зміні клімату; і нарощування потенціалу для здійснення цих підходів в регіонах і рибних промислах з обмеженими можливостями для управління і високою вразливістю [39; 50; 51; 62; 72;].

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши проблеми впливу змін клімату на морські екосистеми і рибальство, склалася думка, що облік різних аспектів такого впливу при управлінні промислом, розвиток технологій культивування гідробіонтів можуть забезпечити збереження світового рівня видобутку морських біоресурсів в найближчій перспективі, незважаючи на в цілому несприятливий вплив глобального потепління на продуктивність Світового океану. Однак більш тривалий, у масштабі століть, вплив мінливого середовища призведе до повної перебудови морських екосистем з таким зменшенням їх промислового значення, яке не зможе бути компенсовано цими способами.

Отже, розглянувши мою дипломну роботу, можна зробити такі висновки:

1. Клімат, через швидкість своїх змін насамперед впливає на фізичні умови в океані, які визначають головним чином температуру, структуру і динаміку його водних мас. Через глобальне потепління, що викликане підвищенням температури на поверхні Світового океану і в приземних шарах атмосфери найбільш сильно страждають полярні регіони адже вони найбільш чутливі до кліматичних змін.

2. Клімат Світового океану за останні десятиріччя дуже швидко змінюється, це негативно впливає на екосистеми і біоресурси, що мешкають у ньому. Океанічні екосистеми сильно залежать від умов середовища, тому зміна цих умов істотно впливає на живі організми, в тому числі і на промислові види, що мешкають у них. Також кліматичні зміни вагомо впливають на зміни місць нересту та міграції менш толерантних до змін у температурі видів, що негативно відбивається на промислі.

3. Кліматичні зміни значно впливають на газообмін Світового океану з атмосферою. Глобальне потепління послабляє розчинність кисню у воді і підвищує його потребу у живих організмів. Через це посилюється гіпоксія і збільшуються об'єми вироблення вуглецю, що викликає підкислення навколишнього середовища. Підвищується вміст в атмосфері вуглекислого

газу. В результаті реакції вуглецю з водою в воді водневий показник рН зменшується. Це негативно впливає на морські організми із зовнішнім скелетом на основі карбонату кальцію, які в умовах кислого середовища не можуть сформувати свої скелети, що призводить до порушень в їх розвитку.

4. Кліматичні зміни сильно впливають на види в екосистемі, що викликає значні міни у харчовому ланцюзі і в деяких випадках може бути незворотнім. Такі зміни можуть сильно вплинути на хижацтво, конкуренцію і доступність продуктів харчування. Зміни трофічних ланцюгів можуть призвести екосистему до стану, який важко змінити в подальшому.

5. Мінливість кліматичних змін руйнує систему раціонального управління промислами через зміни в структурі екосистем і їх функціонуванні, адже кліматичні чинники значно впливають на відтворення, міграції і швидкість росту риб. На даний час ведеться інтенсивна міжнародна діяльність, пов'язана зі зміною клімату. Однак вона здебільшого стосується досліджень і міжнародних угод.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Матишов Г.Г., Павлова Л.Г. Общая экология и палеогеография полярных океанов. – Л.: Наука, 1990. – 220 с.
2. Борзенкова И.И. О природных индикаторах современного глобального потепления /И.И. Борзенкова // Метеорология и гидрология. – 1999. – №6. – С. 98–110.
3. Climate Change 2014 Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part B. Regional Aspects https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf
4. Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: реальность, предположения и вымыслы Исследования Земли из космоса. – 2002. – №1. – С.3-23.
5. Будыко М.И., Борзенкова И.И., Менжулин Г.В., Селяков К.И. Предстоящие изменения регионального климата // Изв. РАН, сер. Геогр.. – 1992. - №4. – С.36-52.
6. Менжулин Г.В. (ред.). Изменения климата и их последствия. – СПб: Наука, 2002. – 270 с.
7. Поздняков Э. Изменение климата на Земле: причины и возможные последствия// МЭ и МО. – 2005. - № 4. – С. 68-74.
8. Патин С.А. Морские экосистемы, биоресурсы и глобальный климат в XXI веке // Рыбное хозяйство. – 1997. – №2. – С.45-55.
9. Алексієнко В.Р. Іхтіологія. Посібник для студентів біологічних факультетів / В.Р. Алексієнко. – К.: Український фітосоціологічний центр, 2007. – 116 с.
10. Войтоловский Г.К., Киреев В.Е., Корзун В.А. Размышления о рыболовстве. Теория и практика. – М.: СОПС, 2003. – 143 с.
11. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – М.: Гидрометеоздат, 1974. – 638 с.
12. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М.: Мысль, 1974. – 448 с.

13. Комарова Г.В. Промысловая ихтиология: учеб. пособие/ Г.В. Комарова: Астрахан. гос.техн.ун-тет. – Астрахань: Издательство АГТУ, 2006. – 192 с.
14. Моисеев П.А. Биологические ресурсы гидросферы и их использование / П.А. Моисеев. – М. :ВЗИПП, 1985. –76с.
15. Моисеев П.А. Ихтиология и рыболовство / П.А. Моисеев, Вавилкин А.С, Куранова И.В. – М. Пищевая промышленность. 1975. – 280 с.
16. Львович М.И. Воды и жизнь (Водные ресурсы, их преобразование и охрана). – М.: Мысль, 1986. – 254 с.
17. Комарова Г.В. Промысловая ихтиология: учеб. пособие/ Г.В. Комарова: Астрахан. гос.техн.ун-тет. – Астрахань: Издательство АГТУ, 2006. – 192 с.
18. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана/ П.А. Моисеев. – М.: Агропромиздат. 1989. – 386 с.
19. Хижняк М.І. Євтушенко М.Ю. Біопродуктивність водойм // М.І Хижняк, М.Ю. Євтушенко. – Київ: фітосоціоцентр, 2010. – 240 с.
20. Константинов А.С. Общая гидробиология: Учеб. Для студентов биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп / А.С. Константинов. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
21. Саускан В.И. Экология и биологическая продуктивность океана: Учебное пособие / В.И. Саускан. Калинингр. ун-т. – Калининград, 1996. – 72 с.
22. Карзинкин Г.С. Основы биологической продуктивности водоемов/ Г.С.Карзинкин., – М., 1952. – 340 с.
23. Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. Загальна гідрохімія: Підручник. – К.: Либідь, 1997. – 384 с. 19. Романенко В.Д. Основи гідроекології: Підручник / В.Д. Романенко. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.
24. Алимов А. Ф. Введение в продукционную гидробиологию / А.Ф. Алимов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 151с.
25. Загальна гідрологія: підручник /В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В. Гребінь та ін. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2008. – 399 с.

26. Моисеев П.А. Рыбопродуктивность Мирового океана // Биологические ресурсы океана / П.А.Моисеев. – М., 1985. – с. 153–166.
27. Шерман І.М. Загальна іхтіологія / І.М. Шерман Ю.В.Пилипенко, П.Г. Шевченко.: підруч/. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 454 с.
28. «Мировой океан» В.Н.Степанов «Знание», Москва, 1974
29. Матишов Г.Г. (ред.). Вековые изменения экосистем Арктики. Климат, морской перигляциал, биопродуктивность – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2000. – 350 с.
30. Climate Change (2014). Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects Eren Bilir Monalisa Chatterjee Kristie L. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf
31. Семенов Е.К., Соколихина Е.В., Соколихина Н.Н. Современные изменения климата в области высоких широт Северного полушария // Метеорология и гидрология. – 2003. - №1. – С.18-30.
32. Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Связь циклических флюктуаций климата и рыбопродуктивности. Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами : экосистемный подход. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2003. – С.27-30.
33. Павлов Д.С. (ред.). Эволюция экосистем и биогеография морей Европейской Арктики.– СПб(б): Наука, 1994. – 220 с.
34. Влияние воды Мирового Океана на климат Земли: www.zdorovoe.com.
35. Daniel G. Boyce, Marlon R. Lewis, Boris Worm. Glodal phytoplankton decline over the past century. Nature: 2010.
36. Елдышев Ю.Н. Изменения климата: факты и факторы// Экология и жизнь. – 2008. - № 3. – С. 44-53.
37. Лингарт Ю. Парниковый эффект// Экология и жизнь. – 2009. - № 1. – С. 55-57.
38. Опасные последствия глобального изменения климата / Сафонов Г.В.: РРЭЦ, GOF, WWW России, 2006. – 20 с.
39. Climate change: A Summary of the Science. - September, 2010. – 16 p. - <http://royalsociety.org/policy/publications/2010/ climate-change-summary->

science/. Биоразнообразие и изменение климата: Международный день биоразнообразия // Секретариат Конвенции о биологическом разнообразии. – 2007. – 46 с.

40. Метеорологія і кліматологія: підруч. / За ред. С.М. Степаненко. – Одеса: ТЕС, 2008. – 534 с.

41. Світовий океан та клімат [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.o8ode.ru>.

42. Сніжко С. І. Метеорологія: Підручник./С.І. Сніжко, Л.В. Паламарчук, В.І. Затула - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. - 592 с.

43. Мантасьян П. Циклоны и антициклоны// Наука и жизнь. – 2008. - № 8. – С. 42-52.

44. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища – К.: Т-во «Знання», КОО, 2002. – 203 с

45. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий Метеорология и гидрология. – 2001. – №5. – С.5-21.

46. Демирчан К.С., Кондратьев К.Я. Глобальный круговорот углерода и климат Изв. РГО. – 2004. – Т.136: Вып.1. – С.16-25.

47. Ю.Г.Глотов и В.А.Семченко; Популярная морская энциклопедия; изд. Феникс; Москва; 1997 г. – 512 с.

48. Білявський Г.О., Л.І. Бутченко, В.М. Навроцький Основи екології: теорія та практикум – К.: Лібра, 2002. – 351 с.

49. Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г. Изменчивость Мирового океана. Л., ГМИ., 1974, 262.

50. Gardner et al. (2003). "Long-term region-wide decline in Caribbean Corals", Science 301:958-960.

51. Корзун В.А. Изменения климата: причины, прогнозы, возможные последствия для мировой экономики. – М.: ИМЭМО РАН, 2012 – 61 с.

52. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем/ А.Ф. Алимов //Тр. ЗИН РАН. – С.-П.: Наука, 2000. – 148 с.

53. Зилов Е. А. ГИДРОБИОЛОГИЯ И ВОДНАЯ ЭКОЛОГИЯ- Иркут. ун-т, 2008.pdf
54. Иваненков В.Н. Обмен кислородом и двуокисью углерода между Мировым океаном и атмосферой. В кн.: Гидрохимические процессы в океане. М.: ИОАН СССР, 1985, с.82-86.
55. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Рим 2012 <http://www.fao.org/docrep/016/i2727r/i2727r00.htm>
56. Євтушенко М.Ю., Глєбова Ю.А. Є 27 Біологічні ресурси гідросфери [Монографія] / М.Ю. Євтушенко, Ю.А.Глєбова. – К.: Вид-во Українського фітосоціологічного центру, 2013. – 179 с.
57. Елдышев Ю.Н. Изменение климата: последствия и противодействия// Экология и жизнь. – 2007. - № 10. – С. 44-50
58. Millero, F.J., Thermodynamics of the carbon dioxide system in the oceans, *Geochem. et Cosmoch. Acta*, 1995, 59, 4, 661-677.
59. Мантасьян П. Циклоны и антициклоны// Наука и жизнь. – 2008. - № 8. – С. 42-52.
60. Эльпинер Л.И. Водные ресурсы, климат и здоровье// Экология и жизнь. – 2009. - № 1. – С. 80-85.
61. Кондратьев К.Я. Глобальный климат и его изменения. Л.: Наука, 1987.
62. Шварц Е.А., Кокорин А.О. Проект ВВФ по воздействию изменений климата на экосистемы. М., 2010. На сайте [http:// www.wwf.ru/](http://www.wwf.ru/)
63. Hoegh-Guldberg, O. (2012). "Coral reefs and global change: where do the solutions lie?", International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia, 9-13 July 2012.
64. Sweatman, H. et al. (2011). "Assessing loss of coral cover on Australia's Great Barrier Reef over two decades, with implications for longer-term trends", *Coral reefs* (2011) 30:521-531. DOI 10.1007/s00338-010-0715-1.
65. Przeslawski, R. et al. (2008). "Beyond Corals and Fish: The Effects of Climate Change on Non-coral Benthic Invertebrates of Tropical Reefs", *Global Change Biology* (2008) 14, 2773–2795, DOI: 10.1111/j.1365-2486.2008.01693.x.

66. IPCC (ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html).
67. The Royal Society, "Climate change: A Summary of the Science", September 2010, p. 16. <http://royalsociety.org/policy/publications/2010/climate-change-summary-science/>.
68. Wilkinson, C., Souter, D. (eds.) (2008). "Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005", Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, p. 152.
69. Лингарт Ю. Парниковый эффект// Экология и жизнь. – 2009. - № 1. – С. 55-57.
70. Шеппард. Жизнь кораллового рифа. Ленинград: Гидрометеиздат, 1987 г. Пер. с англ. В.З. Махлина
71. Влияние изменений климата на морские биоресурсы: Материалы международного симпозиума «Влияние климатических изменений на морские биоресурсы и рыболовство», г.Сендай, Япония, 2010. //Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр). – [fishretail.ru /data /docs /warming. pdf](http://fishretail.ru/data/docs/warming.pdf).
72. Клиге Р.К., Колебания уровня мирового океана в XX столетии/Р.К.Клиге, В.Н. Малинин, О.И. Шевчук // Вестник МГУ. – Сер.: Геогр. – 2009. – № 1. – С. 7–13.