

Вплив техногенного навантаження на іхтіофауну коралового рифу

Тетяна Кривомаз

Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, 03680, e-mail: ecol@i.ua

Анотація. Аналіз видового складу іхтіофауни коралового рифу острова Хеленджелі на Мальдівах свідчить про мінімальний рівень забруднення морських вод. Практично всі визначені риби чутливі до забруднення, зокрема *Acanthurus leucosternon* може жити виключно в чистій воді. Виявлені види риб, які чистять корали від обростання; організми, що фільтрують воду від надлишку органічних решток; а також невелика кількість хижих риб, що підтримують стабільність екосистеми. Всі переміщення водного та повітряного транспорту винесені за межі коралових рифів, рекреаційне навантаження чітко регламентовано, а наземне сміття утилізується сучасними способами. Таким чином екологічний менеджмент острова Хеленджелі може служити позитивним прикладом вдалого вирішення проблем техногенного та рекреаційного навантаження. Основною проблемою острова, як і для Мальдів в цілому є реальна загроза затоплення внаслідок глобальних змін клімату.

Ключові слова: екологічна безпека, техногенне навантаження, коралові рифи, іхтіофауна.

ВСТУП

Коралові рифи утворюються колоніальними кораловими поліпами на мілководді в тропічних морях басейнів Тихого та Індійського океанів. Це одна з найстаріших екосистем землі, що відрізняється таким багатством життєвих форм, яке можна порівняти тільки з вологими тропічними лісами [1]. Коралові поліпи, що утворюють рифи, дуже чутливі до забруднення води. Основні фактори, що формують умови для оптима-

льного функціонування цієї унікальної екосистеми є показники освітлення, температури та режиму циркуляції водних мас. Обмеженість поширення коралових рифів обумовлена трьома основними причинами. По-перше температура морської води повинна бути не менше 20°C, тому корали зустрічаються тільки в тропіках. По-друге, корали можуть існувати тільки на мілководді, що пов'язано з необхідністю доступу сонячного світла для здійснення процесів фотосинтезу. В необхідній кількості сонячне світло здатне проникати на глибину до 20 м, а розсіяні промені досягають 45 м завглибшки. По-третє, коралам необхідна чиста вода, насичена киснем і з певною кількістю поживних речовин, що виділяються у воду різноманітними мешканцями рифів.

Міжнародна спілка охорони природи провела оцінку всіх 845 відомих видів коралів, що утворюють рифи: 27 % з них знаходяться під загрозою зникнення, 20% близькі до загрозливого стану і для аргументованої оцінки 17% видів коралів недостатньо відомостей [2]. Загальна площа коралових рифів становить 27 млн. км², проте 19 % з них вже втрачено, 17 % можуть зникнути протягом найближчих 10-20 років, тільки 46% знаходяться у відносно благополучному стані, а 60% зазнають значного антропогенного впливу [3]. В зв'язку з глобальними змінами клімату та внаслідок діяльності людей прогнозується, що до 2050 р. всі коралові рифи будуть під загрозою, а у зоні особливої небезпеки опинились рифи у Пі-

вденно-Східній Азії, де вже на сьогоднішній день 80 % рифів загрожує небезпека зникнення [4]. Океанологи стурбовані підвищенням рівня води в районі Мальдівських островів і більшість експертів вважає, що вже через кілька десятків років більша частина атолів цього архіпелагу може опинитися під водою. Вже сьогодні найвища точка Мальдівських островів не перевищує 2,4 м, тому актуальність цієї проблеми спонукає дослідників всього світу вивчати різні фактори, що впливають на стан коралових рифів. В зв'язку з цим, метою даного дослідження є оцінка стану техногенного та антропогенного навантаження на кораловий риф острова Хеленджелі шляхом визначення особливостей видового складу іхтіофауни.

ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Дослідження техногенного та рекреаційного навантаження на іхтіофауну коралових рифів проходили протягом десяти днів з 18 по 28 серпня 2012 р. Острів Хеленджелі має невеликі розміри – 800 м в довжину та 90 м в найширшій частині. Він розташований в Індійському океані на Атолі Північний Мале Мальдівського архіпелагу, що складається з 1192 островів, з яких заселені тільки 199. Середня температура у серпні тримається близько 30°C і приблизно така ж температура характерна протягом всього року. Кількість опадів в місяць дослідження становила 187,7 мм/місяць (максимальна була у вересні – 215 мм, а мінімальна у лютому 50 мм). Відносна вологість повітря у серпні була 80,5 %, що також наближається до середньомісячного значення: максимальні показники були у листопаді (82 %), а мінімальні – у березні (77 %). Кількість сонячних годин у серпні 211, мінімальний рівень інсоляції 201 год/місяць зареєстровано у червні та вересні, а максимальний – у березні (279 год/місяць).

Для розрахунку індексу забруднення використовують співвідношення видів риб, які проявляють різну міру стійкості до забруднення [5]:

$$i = \frac{2A + B - 2C}{A + B - C} 100, \quad (1)$$

де A – кількість видів стійких до забруднення; B – нейтральних та C – трапляються тільки в забруднених водах. Для визначення сумарного показника стану благополуччя дослідженого коралового рифу були проаналізовані фактори, які посилюють або зменшують негативний вплив на рифи по шкалі від 0 до 1.

Приблизно 40 % морських риб має безпосередні контакти з морськими рифами. Видовий склад іхтіофауни острова Хеленджелі – це індикатор стану коралового рифу. В результаті дослідження було виявлено 66 видів риб, більшість з яких належать до родин Pomacanthidae (7 видів) та Labridae (6). Дещо менше було знайдено представників родин Mullidae та Serranidae (підродина Epinephelinae) – по три види, а також по два види з родин Lethrinidae, Scaridae та Tetraodontidae. Крім того, 10 родин було представлено всього одним видом: Fistulariidae, Haemulidae, Holocentridae, Kyphosidae, Lutjanidae, Ostraciidae, Pinguipedidae, Scorpaenidae, Siganidae та Zaclidae (Табл. 1). За способом життя виявлені мешканці рифу належать до трьох екотипів: літоральні – живуть у прибережній зоні (наприклад, *Acanthurus lineatus*), пелагічні риби – тримаються в товщі води (*Arothron nigropunctatus*), донні (*Balistoides conspicillum*).

Всі коралові риби дуже чутливі до забруднення води, проте особливою чутливістю відрізняється *Acanthurus leucosternon*. За типом харчування у видовому складі рифу переважають риби, що харчуються водоростями, таким чином вони чистять корали від обростань (наприклад, *Scarus tricolor* та *S. frenatus*) та забезпечують прозорість води. Корали захищають риб від крупних хижаків, тому складова хижих риб (*Caranx melampygus*) у іхтіофауні коралового рифу острова Хеленджелі досить незначна, якраз достатня, щоб підтримувати екосистему у здоровому стані.

Таблиця 1. Визначені представники іхтіофауни коралового рифу острова Хеленджелі
Table 1. Identified species from coral reef fish fauna of the island Helendzheli

№	Види риб	Родини	№	Види риб	Родини
1	<i>Abudefduf vaigiensis</i>	Pomacentridae	34	<i>Gomphosus caeruleus</i>	Labridae
2	<i>Acanthurus leucosternon</i>	Acanthuridae	35	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Labridae
3	<i>A. lineatus</i>	Acanthuridae	36	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Labridae
4	<i>A. nigricauda</i>	Acanthuridae	37	<i>Kyphosus cinerascens</i>	Kyphosidae
5	<i>A. triostegus</i>	Acanthuridae	38	<i>Lethrinus harak</i>	Lethrinidae
6	<i>Amphiprion clarkii</i>	Pomacentridae	39	<i>Lethrinus obsoletus</i>	Lethrinidae
7	<i>Apogon nigrofasciatus</i>	Apogonidae	40	<i>Lutjanus kasmira</i>	Lutjanidae
8	<i>Arothron meleagris</i>	Tetraodontidae	41	<i>Melichthys indicus</i>	Balistidae
9	<i>A. nigropunctatus</i>	Tetraodontidae	42	<i>Myripristis murdjan</i>	Holocentridae
10	<i>Balistapus undulatus</i>	Balistidae	43	<i>Naso brachycentron</i>	Acanthuridae
11	<i>Balistoides conspicillum</i>	Balistidae	44	<i>N. elegans</i>	Acanthuridae
12	<i>B. viridescens</i>	Balistidae	45	<i>N. unicornis</i>	Acanthuridae
13	<i>Caranx melampygus</i>	Carangidae	46	<i>Ostracion cubicus</i>	Ostraciidae
14	<i>Carcharhinus melanopterus</i>	Carcharhinidae	47	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Cirrhitidae
15	<i>Cephalopholis argus</i>	Serranidae	48	<i>Parapercis millepunctata</i>	Pinguipedidae
16	<i>Chaetodon auriga</i>	Chaetodontidae	49	<i>Parupeneus barberinus</i>	Mullidae
17	<i>Ch. citrinellus</i>	Chaetodontidae	50	<i>P. cyclostomus</i>	Mullidae
18	<i>Ch. collare</i>	Chaetodontidae	51	<i>P. macronemus</i>	Mullidae
19	<i>Ch. falcula</i>	Chaetodontidae	52	<i>Plectorhincus vittatus</i>	Haemulidae
20	<i>Ch. lunula</i>	Chaetodontidae	53	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>	Balistidae
21	<i>Ch. triangulum</i>	Chaetodontidae	54	<i>Pterois miles</i>	Scorpaenidae
22	<i>Ch. trifasciatus</i>	Chaetodontidae	55	<i>Pygoplites diacanthus</i>	Pomacanthidae
23	<i>Ch. xanthocephalus</i>	Chaetodontidae	56	<i>Rhinecanthus aculeatus</i>	Balistidae
24	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Labridae	57	<i>Scarus frenatus</i>	Scaridae
25	<i>Chrysiptera brownriggii</i>	Pomacentridae	58	<i>S. tricolor</i>	Scaridae
26	<i>Ch. Damsel fish</i>	Pomacentridae	59	<i>Siganus stellatus</i>	Siganidae
27	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Acanthuridae	60	<i>Stegastes nigricans</i>	Pomacentridae
28	<i>Dascyllus aruanus</i>	Pomacentridae	61	<i>Sufflamen chrysopterus</i>	Balistidae
29	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Serranidae	62	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Labridae
30	<i>E. spilotoceps</i>	Serranidae	63	<i>Th. janseni</i>	Labridae
31	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Cheloniidae	64	<i>Tylosaurus crocodilus</i>	Belonidae
32	<i>Fistularia commersonii</i>	Fistulariidae	65	<i>Zanclus cornutus</i>	Zanclidae
33	<i>Forcipiger flavissimus</i>	Chaetodontidae	66	<i>Zebrasoma desjardini</i>	Acanthuridae

Використання вибухових речовин для промислової рибної ловлі вщент руйнує корали. Часто трапляється, що коралових риб виловлюють для акваріумів, використовуючи при цьому ціанід натрію, який чинить снодійний ефект, проте в процесі

ловлі багато риб гине, а більшість з тих, що вижила гине через кілька місяців в акваріумах внаслідок пошкоджень печінки [6]. Крім того, токсична речовина залишається в морській воді, викликаючи тривалий негативний вплив на екосистему коралових

рифів. Надмірний вилов риби, зокрема, селективний перелов, може розбалансувати коралові екосистеми, через це може статись неадекватне зростання коралових хижаків.

Основна загроза для Мальдівських островів – це затоплення під впливом кліматичних змін. Внаслідок глобального потепління тануть льодовики, що призводить до підвищення рівня води, в той час як коралам необхідно залишатись досить близько від поверхні для здійснення процесів фотосинтезу. Підвищення температури води у поєднанні із зростанням інсоляції може викликати втрату зооксантелл, які забезпечують надходження до 90% енергетичних ресурсів, а також симбіотичних водоростей та дінофлагеллят, що призводить до знебарвлення коралів та загибелі рифів. Потепління води послаблює корали, сприяє розвитку їх хвороб, обумовлює міграцію риб [7]. Згідно прогнозам до 2100 року глобальна температура може піднятися на 4,2°C і це призведе до повного знищення коралових рифів [8].

Підвищення температури може призвести до масового відбілювання та відмирання коралів, як це трапилось на Мальдівах під дією теплої течії Ель Нінйо. Морські водорості знаходяться у симбіотичних відносинах з коралами, проте деякі здатні вступати в конкурентну взаємодію, яка проявляється в багатих поживними речовинами водах у разі відсутності достатньої кількості травоядних риб. Водорості щільно вкривають поверхню коралового поліпа, блокуючи таким чином процеси його життєдіяльності, крім того вони синтезують аллелопатичні ліпідорозчинні екстракти, які викликають знебарвлення і загибель тканин коралів [9]. Після відмирання коралів, водорості займають його місце. Таким чином для здорового функціонування системи коралових рифів необхідна певна кількість риб, що об'їдають водорості з коралів, таких як риби-папуги з родини Scaridae (*Scarus frenatus* та *S. tricolor*), а також представників родини Acanthuridae: риби-хірурги (*Acanthurus leucosternon*, *A. lineatus*, *A. nigricauda*, *A. triostegus*, *Ctenochaetus striatus*), зебрасома парусник (*Zebbrasoma desjardinii*), горбата риба-хірург (*Naso brachycentron*), помаран-

чевошипа риба-носоріг (*Naso elegans*), однорога риба-носоріг або справжній носач (*Naso unicornis*).

Забруднення повітря може також зупинити розвиток коралових рифів: в процесі 120-річного моніторингу було встановлено взаємозв'язок між станом коралових рифів та забрудненням повітря внаслідок спалювання вугілля і вулканічних вивержень. Відновлення коралів стане неможливим, якщо рівень CO₂ підніметься до 500 ppm (частин на мільйон), оскільки концентрація карбонат іонів може стати занадто низькою [7]. Ще одним наслідком зростання концентрації вуглекислого газу в атмосфері стало збільшення кислотності води в океанічному басейні. Океани поглинають близько однієї третини CO₂ [10], який при взаємодії з водою утворює вугільну кислоту, збільшуючи таким чином кислотність океану. З початку індустріальної ери рН океанічної поверхні знизилася з 8,25 до 8,14 [11] і очікується подальше зниження на 0,3-0,4 одиниць [12]. Корали містять карбонат кальцію, що при підвищенні кислотності середовища розчиняється, тому структурні елементи коралів зазнають ризику декальцифікації [10]. Підвищення рівня вуглекислого газу впливає на сигнальну систему у коралових риб-клоунів (*Amphiprion clarkii*), знижуючи шанси на виживання. Порушуються функції нейротрансмітерів і риби втрачають здатність відчувати запах хижаків, не розрізняють звуки інших рифових риб, а також погіршуються їх навички синхронізованої взаємодії у косяках [13].

Зруйнувати структуру рифів та знищити організми, які там живуть, можуть будівельні, днопоглиблювальні роботи, прокладання кабелів, трубопроводів та інших комунікацій, якщо ця діяльність відбувається безпосередньо на території коралового рифу. Для забезпечення проходу човнів і кораблів до коралових островів руйнують частину рифів, що змінює циркуляцію водних потоків та порушує надходження поживних речовин. Човни можуть пошкодити корали прямим фізичним контактом при швартовці, дном та гвинтами суден, а у разі значних або систематичних пошкоджень корал не здатен відновитися. Опосередко-

ваний вплив техногенної активності проявляється у замуленні коралів, а також у зростанні випадків їх захворюваності: білий синдром, некрози, знебарвлення.

До того, як на Мальдівах почали використовувати бетон, основним будівельним матеріалом були корали, що на 50 % дешевше, ніж інші матеріали поблизу рифів. Навіть вапняковий розчин для скріплення блоків виготовлявся на основі коралів. Сьогодні видобування коралів для будівництва суворо заборонено на Мальдівах і тільки на віддалених островах можна побачити старовинні будівлі з коралів.

Рифи, що знаходяться в безпосередній близькості від заселених людьми узбереж найбільше потерпають від поганої якості води, яку забруднюють промислові стоки та побутові відходи. Морським сміттям вважають будь-який твердий об'єкт антропогенного походження, який знаходять в прибережних і океанічних водах. Забруднення може відбуватися також із вітром, який переносить шкідливі сполуки та часточки пилу, викликаючи помутніння води, а цей осад пригнічує корали, перешкоджаючи їх розмноженню та живленню. Як правило, найбільшу шкоду завдає пластик, скло, метал, гума, покинуте рибальське знаряддя [4].

Мідь, яка може надходити разом з промисловими відходами, пригнічує життєдіяльність та розвиток коралових поліпів. Але особливо токсичним для коралів є високий рівень нітратів, а фосфати уповільнюють ріст їх скелету. Гранично допустимі значення біологічно доступного азоту в формі нітрату та аміаку не повинні перевищувати 1,0 мікромоль на літр (менше 0,014 частин на мільйон N). Концентрація біологічно доступного фосфору у форму ортофосфату та розчиненого органічного фосфору повинна бути нижче 0,1 мікромоль на літр (менше 0,003 частин на мільйон P) [14]. Евтрофікація вбиває коралові рифи та його мешканців, порушуючи баланс екосистеми. Надлишкове надходження азоту і фосфору може призвести до інтенсивного розвитку фітопланктону та водоростей, які використовують весь доступний кисень та перешкоджають надходженню сонячного світ-

ла, що може закінчитися витісненням коралів з їх місця існування. Концентрація хлорофілу в мікроскопічних водоростях не повинна перевищувати 0.5 частин на мільярд. Надлишок органічних речовин може викликати поширення грибних інфекцій, наприклад аспергильозів (збудник *Aspergillus sydowii*), що вбивають м'які корали. Крім того збільшується ризик розвитку бактеріальних інфекцій (*Serratia marcescens*, яка асоційована з хворобою коралова біла віспа), що призводить до загибелі рифоутворюючих твердих коралів у 50% випадків [15].

Коралові рифи складаються з кам'янистих коралів, які містять в тканинах велику кількість воску цетилпальмітату, що не може перетравлюватись більшістю хижих риб. Проте ферментна система багатопроменевої морської зірки *Acanthaster planci* з родини Acanthasteridae здатна перетравити цей віск, тому вона являє собою небезпечного хижака для живих коралів. У морських зірок зовнішня система травлення, вони перетравлюють здобич, охоплюючи її кінцівками. Регулювати чисельність морських зірок можуть великі морські молюски роду *Charonia* з родини Ranellidae та деякі інші морські гастроподи, проте їх винищують люди, щоб отримати раковини для сувенірів [16]. Внаслідок чого популяція морських зірок може неконтрольовано зростати, знищуючи корали. Губки, що живуть на глибоких рівнях рифу, також сприяють руйнуванню коралів, перетворюючи його на дрібний пісок. Частина коралової речовини змішується в густу масу, яка йде на подальше будівництво рифу.

ВИСНОВКИ

1. Підтримання високого рівня чистоти води коралового рифу острова Хеленджелі забезпечується завдяки ефективному екологічному менеджменту.

2. Гідроплани з туристами приводнюються далеко за межами острова біля невеликого дерев'яного понтону посеред океану, тим самим запобігаючи надлишковому акустичному навантаженню.

3. Переміщення морського транспорту винесено далеко за межі рифу завдяки довгому дерев'яному пірсу, який дає можливість кораблям причалювати далеко за межами рифу. Для водного зв'язку з сусідніми островами використовуються судна, побудовані традиційними для регіону методами суднобудівництва, завдяки чому забезпечується мінімальний рівень забруднення водного басейну.

4. Рекреаційне навантаження ретельно розплановано і підлягає чіткій регламентації: всі туристи одразу по прибутті на острів ознайомлюються з правилами перебування та поведінки у водному та наземному природньому середовищі, за невиконання цих правил передбачаються високі штрафи. Все наземне сміття негайно прибирається, сортується та утилізується сучасними способами, а залишки вивозяться за межі острова.

5. Аналіз видового складу іхтіофауни коралового рифу острова Хеленджелі свідчить про мінімальний рівень забруднення. Таким чином екологічний менеджмент острова Хеленджелі може служити позитивним прикладом вдалого вирішення проблем техногенного та рекреаційного навантаження з метою збереження коралових рифів.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Anderson R.C., 2005.** Reef fishes of the Maldives. Male, Republic of Maldives, Manta Marine Pvt Ltd, 130.
2. **Polidoro B.A., Livingstone S.R., Carpenter K.E., Hutchinson B., Mast R.B., Pilcher N., Sadovy de Mitcheson Y., Valenti S., 2008.** Status of the world's marine species: The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species, IUCN, Gland. Switzerland, 150.
3. **Wilkinson C., 2008.** Status of Coral Reefs of the World: Executive Summary : Global Coral Reef Monitoring Network, 19.
4. **Burke L., Reynter K., Spalding M., Perry A., 2012.** Reefs at Risk Revisited. World Resources Institute: Washington, World Resources Institute, 112.
5. **Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д., 2003.** Количественная гидроэкология:

методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 463.

6. **Lecchini D., Polti S., Nakamura Y., Mosconi P., Tsuchiya M., Remoissenet G., Planes S., 2006.** New perspectives on aquarium fish trade, Fisheries Science, 72 (1), 40–47.
7. **Hoegh-Guldberg O., 1999.** Climate Change: coral bleaching and the future of the world's coral reefs, Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 50, 839–866.
8. **Climate Accord loopholes could spell 4.2°C rise in temperature and end of coral reefs by, 2100, Institute of Physics. 2010.** Environmental Research Letters.
9. **Rasher D.B., Hay M.E., 2011.** Chemically rich seaweeds poison corals when not controlled by herbivores. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107 (21), 9683–9688.
10. **Kleypas J.A., Feely R.A., Fabry V.J., Langdon C., Sabine C.L., Robbins L.L., 2006.** Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research. St. Petersburg, FL : U.S. Geological Survey, 88.
11. **Jacobson, M.Z., 2005.** Studying ocean acidification with conservative, stable numerical schemes for nonequilibrium air-ocean exchange and ocean equilibrium chemistry. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 110, 1–17.
12. **Orr J.C. et al., 2005.** Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. Nature, 437 (7059), 681–686.
13. **Nilsson G.E., Dixon D.L., Domenici P., McCormick M.I., Sørensen C., Watson S., Munday P.L., 2012.** Near-Future Carbon Dioxide Levels Alter Fish Behaviour by Interfering with Neurotransmitter Function. Nature Climate Change, 2 (2012), 201–204.
14. **Young E., 2003.** Copper decimates coral reef spawning. New Scientist, 11, 1–2.
15. **Nowak R., 2004.** Sewage nutrients fuel coral disease. New Scientist, 1, 1–3.
16. **Сукач М., 2014.** Співробітництво КНУБА з міжнародними установами. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, № 84, 99–103.

REFERENCES

1. **Anderson R.C., 2005.** Reef fishes of the Maldives. Male, Republic of Maldives, Manta Marine Pvt Ltd, 130.

2. **Polidoro B.A., Livingstone S.R., Carpenter K.E., Hutchinson B., Mast R.B., Pilcher N., Sadovy de Mitcheson Y., Valenti S., 2008.** Status of the world's marine species : The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species, IUCN, Gland. Switzerland, 150.
3. **Wilkinson C., 2008.** Status of Coral Reefs of the World: Executive Summary : Global Coral Reef Monitoring Network, 19.
4. **Burke L., Reynter K., Spalding M., Perry A., 2012.** Reefs at Risk Revisited. World Resources Institute : Washington, World Resources Institute, 112.
5. **Shiticow V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D., 2003.** Kolichestvennaya gidroecologiya: metodi sistemnoy identifiatsii [Quantity gidroecology: the method of system identification]. Tolyati, IEVB RAS, 260. (*in Russian*)
6. **Lecchini D., Polti S., Nakamura Y., Mosconi P., Tsuchiya M., Remoisenet G., Planes S., 2006.** New perspectives on aquarium fish trade, Fisheries Science, 72 (1), 40–47.
7. **Hoegh-Guldberg O., 1999.** Climate Change: coral bleaching and the future of the world's coral reefs, Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 50, 839–866.
8. **Climate Accord loopholes could spell 4.2°C rise in temperature and end of coral reefs by 2100, Institute of Physics, 2010.** Environmental Research Letters.
9. **Rasher D.B., Hay M.E., 2011.** Chemically rich seaweeds poison corals when not controlled by herbivores. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107 (21), 9683–9688.
10. **Kleypas J.A., Feely R.A., Fabry V.J., Langdon C., Sabine C.L., Robbins L.L., 2006.** Impacts of Ocean Acidification on Coral Reefs and Other Marine Calcifiers: A Guide for Future Research. St. Petersburg, FL : U.S. Geological Survey, 88.
11. **Jacobson, M.Z., 2005.** Studying ocean acidification with conservative, stable numerical schemes for nonequilibrium air-ocean exchange and ocean equilibrium chemistry. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 110, 1–17.
12. **Orr J.C. et al., 2005.** Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. Nature, 437 (7059), 681–686.
13. **Nilsson G.E., Dixon D.L., Domenici P., McCormick M.I., Sørensen C., Watson S., Munday P.L., 2012.** Near-Future Carbon Dioxide Levels Alter Fish Behaviour by Interfering with Neurotransmitter Function. Nature Climate Change, 2 (2012), 201–204.
14. **Young E., 2003.** Copper decimates coral reef spawning. New Scientist, 11, 1–2.
15. **Nowak R., 2004.** Sewage nutrients fuel coral disease. New Scientist, 1, 1–3.
16. **Sukach M., 2014.** Collaboration of KNUCA with international establishments [Spivrobitnictvo KNUBA sz mizhnarodnimi ustanovami]. Girnich, budivelni, dorozhni ta meliorativni machine [Mining, constructional, road and melioration machines], No.84, 99–103 (*in Ukrainian*).

THE IMPACT OF TECHNOGENIC LOADING ON ICHTHYOFAUNA OF CORAL REEF

Tetiana Kryvomaz

Kyiv National University of Construction and Architecture

Povitroflotsky Prospect 31, Kyiv, Ukraine, 03680,
e-mail: ecol@i.ua

Summary. The paper considers the analysis of ichthyofauna in coral reef Helendzheli at the Maldives islands in aspects of environmental safety. The purpose of this work consists in evaluation of technic and recreation impacts on coral reef in the Maldives Helendzheli island. Researches in this work are analysis of ichthyofauna species composition for indicates of level pollution of marine waters in coral reef. Almost all fish identified sensitive to pollution, including *Acanthurus leucosternon* can live only in clean water. The identified species of fish, corals are clean of fouling organisms that filter water from the excess organic residues, and a small number of predatory fish that support the stability of the ecosystem. All movement of water and air transport made outside the coral reefs, recreational load clearly regulated and ground debris utilized modern methods. Thus environmental management Helendzheli island is the positive example of successful solution for problems of technic and recreation impacts. The main problem of the island as a whole to Maldives is a real threat of flooding due to global climate change. This is the first research of ichthyofauna in the Maldives Helendzheli island for indicates of coral reef environmental safety. The work has scientific and practical interest.

Key words: ecological safety, human impacts, coral reefs, ichthyofauna.