

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ГАРПАКТИКОЇД КОНТАКТНИХ ЗОН ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Портянко В.В. – к.б.н., м.н.с.

ДУ «Інститут морської біології НАН України», portianko_valentyn@ukr.net

Узун О.Є. – пров.інж.

ДУ «Інститут морської біології НАН України», biolena17@gmail.com

У статті наведено результати порівняльного аналізу видової структури ракоподібних ряду Harpacticoida (Copepoda) у складі мейобентосу різних контактних зон північно-західної частини Чорного моря. Фауна гарпактикоїдних копепод контурних біотопів у ПЗЧМ за період досліджень налічувала 76 видів, що відносяться до 46 родів із 23 родин. Найбільша кількість видів гарпактикоїдних копепод (44 види) була зареєстрована на пелоконтурі. Літоконтур та псамоконтур налічували 39 та 34 видів гарпактикоїд відповідно. На потамоконтурі зареєстровано найменшу кількість видів (19 видів) гарпактикоїдних копепод. Кластерний аналіз чисельності видів гарпактикоїд контурних біотопів показав, що фауна потамоконтурі подібна до інших контурів лише на 20,07 %. Схожість за видовим складом пело- та літоконтурі складає 52,27 %, а видове різноманіття гарпактикоїд потамоконтурі подібно до них на 42,85 %.

Спільними для всіх контурних біотопів є 6 видів: *Ameira parvula parvula*, *Dactylopusia tisboides*, *Ectinosoma melaniceps*, *Harpacticus flexus*, *Harpacticus littoralis*, *Laophonte elongata elongata*.

Обростання літоконтурі Одеського морського регіону налічували найбільшу кількість видів (35 видів, що складає 46 % від загальної кількості видів), а біля о. Зміїний було відмічено 24 види. На віддалених від берега та прибережних станціях потамоконтурі було відмічено майже однакову кількість видів. На інтерстиціалі супраліторалі псамоконтурі відмічено найменшу кількість видів, а їхня кількість у верхній субліторалі була майже втричі більше. Пелоконтур Ягорлицької та Тендрівської заток нараховував 34 види гарпактикоїдних копепод, а в ОМР – 21 вид.

Найбільшим видовим різноманіттям характеризується прибережна частина потамоконтурі (індекс Маргалефа – $1,3 \pm 0,1$, індекс Шеннона – $1,7 \pm 0,3$; індекс Сімпсона – $0,8 \pm 0,05$).

Ключові слова: контурні біотопи, Harpacticoida, Copepoda, мейобентос.

Вступ

Особливу категорію в морському середовищі представляють собою зовнішні кордони моря або контурні (крайові) біотопи. Вони і угруповання, які їх населяють, – це свого роду «гарячі точки» моря, за якими можна говорити про стан всієї його екосистеми (Виноградов 1969; Зайцев, Александров, и Миничева 2006). Вони заселені специфічними контурними біоценозами та класифікуються наступним чином: аероконтур (море – атмосфера), псамоконтур (море – піщаний берег), літоконтур (море – кам'янистий берег), пелоконтур (море – мулистий берег), потамоконтур (море – річка) (Зайцев 1986; Зайцев, Александров, и Миничева 2006).

Кожному контурному біотопу притаманні свої групи організмів, пристосовані до його специфічних умов. Контурним угрупованням властиві високі зна-

чення біологічної продуктивності. У той же час ці угруповання знаходяться в зонах найбільш сильних негативних впливів на живі організми з боку різних проявів антропогенного чинника (Зайцев 1982; 1986а; 1992). Контурні біотопи відіграють значну роль у функціонуванні водних екосистем, репродукції гідробіонтів та є чутливими до зовнішніх впливів (Колесникова 2003).

Важливою екологічною групою гідробіонтів є мейобентосні організми, що вносять значний внесок у формування кормової бази для молоді донних риб (Schückel et al. 2013; Воробьева и др. 2004). Можна визначити мейобентос як сукупність мікроскопічних Metazoa, що утворюють самостійний розмірний (зазвичай менше 1 мм, але більше 32 мкм), таксономічний та функціональний блок донної екосистеми (Giere 2009; Hullings, and Gray 1971). У прибережних

районах північно-західної частини Чорного моря мейобентосні угруповання на різних субстратах добре вивчені (Snigirova, Uzun, and Portyanko 2020; Vorobyova, and Kulakova 2009; Vorobyova, Bondarenko, and Izaak 2008; Vorobyova et al. 2016; Контактные ... 2019; Одесский регион ... 2017).

В угрупованнях морського мейобентосу гарпактикоїди, зазвичай, є однією з найбільш чисельних груп евмейобентосу та часто займають друге місце за щільністю поселень після представників Nematoda. В умовах наростаючого антропогенного навантаження вивчення видового різноманіття, кількісних та якісних показників гарпактикоїдних копепод робить їх вдалим інструментом для оцінки екологічних змін, що відбуваються в певному регіоні (Drira et al. 2018; Warwick 1981). На сьогоднішній день екологія гарпактикоїд північно-західної частини Чорного моря добре досліджена (Portianko 2017; Воробйова та ін. 2020; Воробьева, и Портянко 2014; Воробьева, Кулакова, и Гарлицкая 2012; Гарлицкая 2009; 2010). Порівняльний аналіз особливостей угруповань гарпактицид різних контурних біотопів раніше не проводився.

Метою цієї роботи було порівняти видову структуру гарпактикоїдних копепод у складі

мейобентосу різних контактних зон північно-західної частини Чорного моря.

Матеріал та методи досліджень

Для дослідження особливостей угруповань гарпактикоїдних копепод проби відбирали в північно-західній частині Чорного моря (ПЗЧМ). Було обрано райони, що значно різняться за гідрологічним режимом та контурно-біологічним розподілом: Одеський морський регіон (ОМР) – пелоконтур та літоконтур; Ягорлицька і Тендрівська затоки – пелоконтур; пригирлова морська частина р. Дунай – потамоконтур; акваторія біля о. Зміїний – літоконтур (рис. 1). Карта-схема зроблена у вільній крос-платформеній геоінформаційній системі QGIS.

Матеріалом для даної роботи слугували 528 кількісних проб мейобентосу та архівний матеріал ДУ «Інститут морської біології» НАН України за період 2005–2017 рр. Відповідно до контурних біотопів кількість зібраного матеріалу є наступною: псамоконтур – 60, пелоконтур – 270, літоконтур – 68 та потамоконтур – 130 проб.

Проби мейобентосу у більшості випадків відбирали бентосною металеву рамкою площею 100 см², з однієї сторони якої прикріплено млиновий газ з розміром вічка 70 мкм. Для рихлих ґрунтів наряду

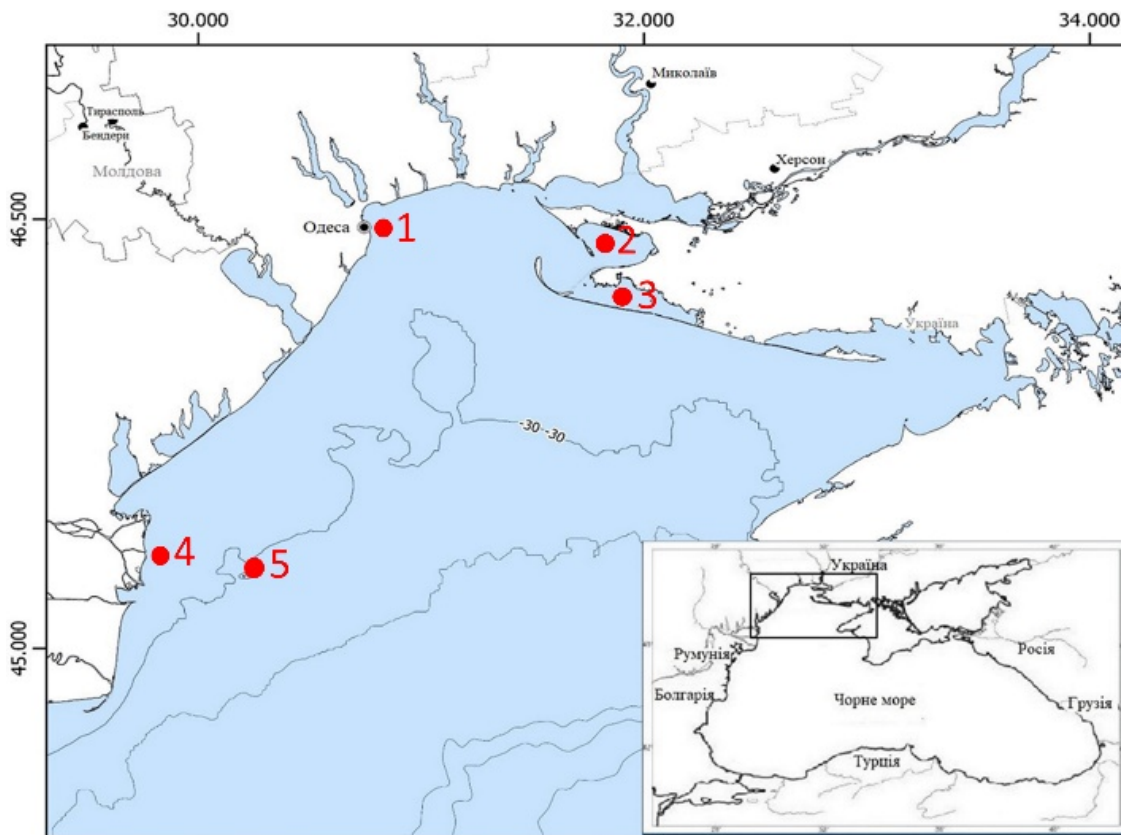


Рис. 1. Карта-схема району досліджень мейобентосних гарпактикоїд контурних біотопів в ПЗЧМ України у 2005–2017 рр.: 1 – Одеський морський регіон, 2 – Ягорлицька затока, 3 – Тендрівська затока, 4 – пригирлова частина р. Дунай, 5 – прибережна частина о. Зміїний

з рамкою використовували мейобентосну трубку (металева поршнева трубка довжиною 500 мм, діаметр вхідного отвіру якої становить 2,8 мм).

Матеріал на глибоководних станціях Одеського морського регіону (10–15 м) відбирався за допомогою дночерпака Петерсена з площею розкриття 0,1 м². На мулових станціях з дночерпака кількісний матеріал відбирали пробовідбирником з високою металевою рамки 25 см та площею 100 см², яку занурювали на глибину 10 см у ґрунт, а на піщаних, черепашкових та замулених субстратах – промивали вміст всього дночерпака.

Проби промивали через систему сит (верхнє з розміром вічка 1 мм, а в якості нижнього сита використовували млиновий газ з розміром вічка 70 мкм). Отриману пробу мейобентосу фіксували 4 % буферним розчином формальдегіду та забарвлювали «Бенгальським рожевим» (Hullings, and Gray 1971).

Для підрахунку чисельності мейобентосних організмів використовували камеру Богорова. Біомаса мейобентосних організмів визначалася методом номограм (Воробьева, и Торгонская 1998; Численко 1968).

З кожної проби відбиралися не менше 50-ти екземплярів гарпактикоїд для ідентифікації видового складу. Відібрані організми зберігалися в епіндорфах у 90 % розчині етилового спирту. Видову ідентифікацію проводили під мікроскопом зі збільшенням x200–400 з використанням визначників (Apostolov, and Marinov 1988; Wells 1976; Грига 1969).

При порівнянні всіх станцій вибору проб для проведення порівняльного аналізу контурних біо-

топів і виділення груп за показниками чисельності та біомаси проводили кластерний аналіз методом середніх значень. Розрахунок і аналіз подібності проб проводили з використанням індексу подібності Брея-Кертиса. Для оцінки достовірності результатів кластерного аналізу проводили SIMPROF тест (Change ... 2014).

Оцінку видової різноманітності гарпактикоїд на різних контурних біотопах в районах досліджень проводили на кількох рівнях: індекс видового багатства Маргалефа, індекс різноманітності Шеннона (Шеннона-Уівера) та індекс різноманітності Сімпсона (Margalef 1958; Shannon, and Weaver 1949).

Для статистичного аналізу даних використовували програми: пакет Статистика в MS Excel 2010 року (Microsoft™) та PRIMER версія 6.1.6 6 (Change ... 2014).

Результати та обговорення

Фауна гарпактикоїдних копепод контурних біотопів у ПЗЧМ за період досліджень налічувала 76 видів, що відносяться до 46 родів із 23 родин. Незважаючи на велику кількість відмічених видів ракоподібних ряду Harpacticoida, тільки 16 з них є масовими та зустрічаються майже на всіх контурних біотопах ПЗЧМ (табл. 1).

Фауністичний розподіл контурних біотопів неоднорідний: найбільша кількість видів гарпактикоїдних копепод (44 види) була зареєстрована на пелоконтурі. На літоконтурі та псамоконтурі було відмічено 39 та 34 видів гарпактикоїд відповідно. За кількістю видів найменш багатою є фауна потамо-

Таблиця 1

Перелік найбільш масових видів Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) та їхня зустрічальність (%) на контурних біотопах ПЗЧМ

Вид	Л		Пс		Пл		Пт	
	ОМР	Зм	ВС	І	ОМР	ЯТ	ПД	ВД
<i>Ameira parvula parvula</i>	65	100	85	45	80	45	–	85
<i>Canuella perplexa</i>	45	–	100	–	85	60	–	–
<i>Dactylopusia tisboides</i>	60	85	85	–	55	–	45	–
<i>Delavalia elisabethae</i>	45	45	35	–	80	40	–	–
<i>Ectinosoma melaniceps</i>	55	65	35	40	90	80	–	95
<i>Harpacticus flexus</i>	85	–	85	–	65	40	35	–
<i>Harpacticus littoralis</i>	80	–	55	55	45	–	30	–
<i>Harpacticus obscurus</i>	100	20	45	–	–	20	–	–
<i>Heterolaophonte stroemii stroemii</i>	35	45	45	–	–	80	–	–
<i>Heterolaophonte uncinata</i>	40	25	25	–	–	10	–	–
<i>Laophonte elongata elongata</i>	35	20	55	–	10	–	–	55
<i>Paradactylopodia brevicornis</i>	30	40	10	–	–	10	–	–
<i>Parastenhelia spinosa spinosa</i>	75	15	–	–	–	55	–	–
<i>Pseudobradya minor</i>	10	45	–	–	–	20	70	70
<i>Tisbe bulbisetosa</i>	60	30	10	–	–	–	–	–
<i>Tisbe marmorata</i>	45	30	15	–	90	–	–	30

Примітка: Л – літоконтур; Пс – псамоконтур; Пл – пелоконтур; Пт – потамоконтур; ОМР – Одеський морський регіон; Зм – о. Зміїний; ВС – верхня сублітораль; І – інтерстиціаль супраліторалі; ЯТ – Ягорлицька та Гендрівська затоки; ПД – прибережні ділянки; ВД – віддалені від берега ділянки.

контуру, для якого було зареєстровано 19 видів гарпактикоїдних копепод.

Спільними для всіх контурних біотопів є 6 видів: *Ameira parvula parvula*, *Dactylopusia tisboides*, *Ectinosoma melaniceps*, *Harpacticus flexus*, *Harpacticus littoralis*, *Laophonte elongata elongata*.

Кластерний аналіз видової структури угруповань гарпактикоїд контурних біотопів ПЗЧМ показав, що фауна потамоконтуру подібна до інших контурів лише на 20,07 % (рис. 2). Схожість за видовим складом пело- та літоконтуру складає 52,27 %, а видове різноманіття гарпактикоїд потамоконтуру подібно до них на 42,85 %.

Найбільша кількість видів гарпактикоїд була на обростаннях літоконтуру ОМР (35 видів, що складає 46 % від загальної кількості видів), а біля о. Зміїний було відмічено 24 види (табл. 2). На віддалених від берега та прибережних станціях потамоконтуру було відмічено майже однакову кількість видів. Найменше видів було знайдено в інтерстиціалі супраліторалі псамоконтуру, а їхня кількість у верхній субліторалі була майже втричі більше. На пелоконтурі Ягорлицької та Тендрівської заток знайдено 34 види гарпактикоїдних копепод, а в ОМР – 21 вид.

Індекси видового різноманіття показали, що у досліджуваних контурних біотопах формуються досить різноманітні угруповання гарпактикоїдних копепод (табл. 3). Згідно з отриманими даними для досліджуваних контурних біотопів характерні високі видове багатство, високі значення індексів різноманітності та складності структури угруповань.

Найвищі показники індексу видового багатства Маргалєфа характерні для прибережних і віддалених від берега станцій потамоконтуру та обростань літоконтуру ОМР. Формування фауни гарпактикоїдних копепод низин і дельти р. Дунай відбувається за рахунок прісноводних, евригалінних, солоноватоводних і морських видів (Дехтяр 1968; Монченко 1974, 1967; Монченко, и Полищук 1969). У зазначеній зоні формуються свої характерні комплекси мікродоростей і представників зоопланктону, що, безумовно, має вплив на формування мейофауни біля дна. Структура фауни гарпактикоїд узмор'я Дунаю також залежить від типу донних відкладень (Воробйова, Кулакова, та Гарлицька 2010; Воробьева, Кулакова, и Портянко 2012; Гарлицкая 2009, 2010).

За індексом Маргалєфа на інтерстиціалі супраліторалі формується угруповання гарпактикоїдних копепод з найменшим видовим багатством. Піщана грань моря є однією з його активних поверхонь, де протікають різноманітні і інтенсивні фізичні, хімічні та біологічні процеси. Наслідки цих процесів позначаються не тільки у вузькій смужці псамоконтуру моря, але і далеко за її межами, як в сторону моря, так і в бік суші (Зайцев 1982; Зайцев, Александров, и Миничева 2006). Фауна гарпактикоїд псамоконтуру складається з двох основних форм – інтерстиціальної (мезопсамон) і епібентичної (епіпсамон) (Hicks, and Coull 1983). Види гарпактикоїд мезопсамону адаптовані до проживання в інтерстиціальній воді піщаних наносів (Wilson 1932).

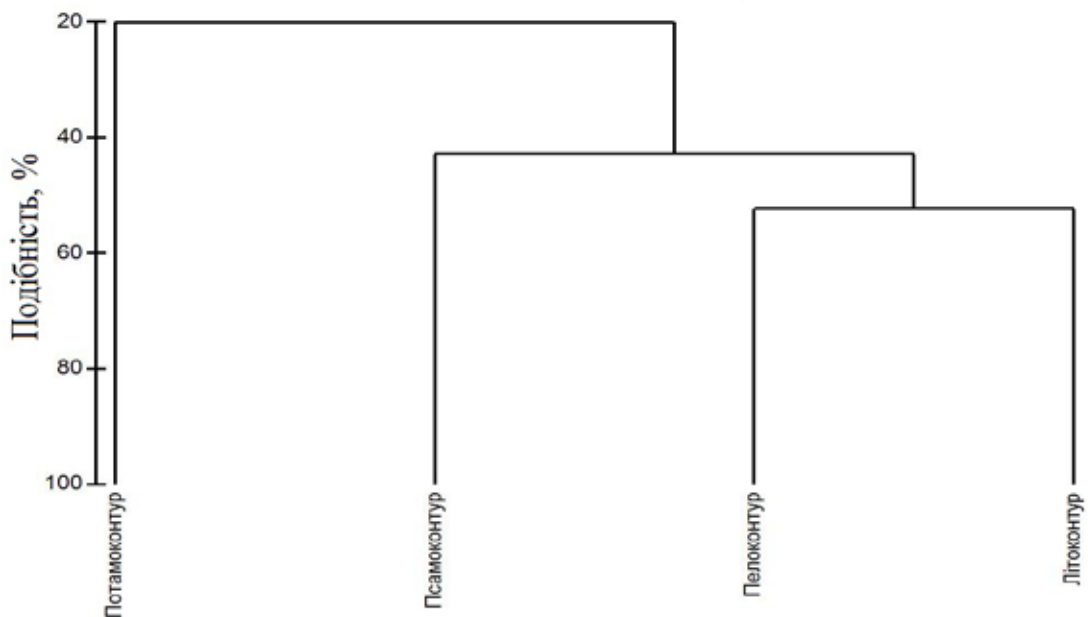


Рис. 2. Дендрограма кластерного аналізу фаністичного складу гарпактикоїдних копепод контурних біотопів ПЗЧМ на основі індексу подібності Брея–Кертиса

Таблиця 2

Кількість таксонів Harpacticoida у контурних біотопах ПЗЧМ

Таксони	Контурні біотопи							
	Літоконтур		Псаммоконтур		Пелоконтур		Потамоконтур	
	ОМР	Зм.	I	ВС	ОМР	ЯТ	ПД	ВД
Родини	14	10	6	13	13	15	6	8
Роди	26	22	7	19	17	26	7	9
Види	35	24	8	29	21	34	9	12
Види, %	46	32	11	38	28	39	12	16

Примітка: див. примітку до таблиці 1.
% – від всіх видів, що відмічені у рамках дослідження.

Таблиця 3

Показники індексів видового різноманіття гарпактикоїд контурних біотопів ПЗЧМ

Контурний біотоп	d	1-Lambda'	H'(loge)
Літоконтур (ОМР)	1,1±0,04	0,7±0,02	1,8±0,10
Літоконтур (Змішаний)	0,8±0,02	0,7±0,03	1,4±0,20
Псаммоконтур (ВС)	0,8±0,04	0,7±0,02	1,5±0,20
Псаммоконтур (I)	0,4±0,10	0,6±0,04	1,1±0,30
Пелоконтур (ОМР)	0,5±0,02	0,4±0,01	0,8±0,10
Пелоконтур (ЯТ)	0,8±0,05	0,7±0,03	1,4±0,40
Потамоконтур (ПД)	1,3±0,10	0,8±0,05	1,7±0,30
Потамоконтур (ВД)	1,2±0,30	0,7±0,03	1,6±0,10

Примітка 1: d – індекс видового багатства Маргалефа; 1-Lambda' – індекс різноманіття Сімсона; H'(loge) – індекс Шеннона.

Примітка 2: див. примітку до таблиці 1.

З ростом технічного прогресу морської акваторії відчувають дедалі більший прес різних видів антропогенних навантажень: вплив річкових стоків, скидання господарсько-побутових вод, будівництво та розчищення підхідних каналів до акваторій портів і великомасштабні протизсувні берегозахисні споруди. Значне збільшення в прибережній зоні морів штучних твердих субстратів, на яких формуються фіто- і зоообрастання, не можуть бути віднесені до негативного фактору для морських прибережних екосистем. Гарпактикоїдні копеподи можуть жити безпосередньо на літоконтурі, обгризаючи плівку з бактерій і мікроводоростей (Azovsky et al. 2005; De Troch et al. 2005), а також входити до складу біоконтуру (Зайцев 2015). Численні факти і відомості, що містяться в публікаціях, свідчать про своєрідність цих субстратів, що функціонують як біотопи, про специфіку формування на них поселень і про необхідність виділення морського обростання і його біотопів в категорію явищ, що має не менш самостійний статус, ніж інші екологічні і біотопічні одиниці галосфери (Протасов 2011, 2012).

Показники видового різноманіття індексу Сімсона контурних біотопів коливаються в межах від 0,4 до 0,8. Найменш різноманітним за цим показником є угруповання пелоконтуру ОМР. За індексом Шеннона найменше різноманіття також характерно для пелоконтуру ОМР (0,8±0,1).

Пелоконтур складається з власне мулів, замуленого піску та черепашок. Подібні оселища позбавлені капілярних просторів, доступних для організмів мейобентосу. У таких умовах тварини, до яких входять і гарпактикоїди, не можуть вільно переміщатися, тому змушені або розсовувати донні відкладення (інбентос), або жити на його поверхні (епібентос). Для фауни гарпактикоїд пелоконтуру характерна присутність епібентосних і риючих форм.

Загалом найбільш різноманітні угруповання гарпактикоїдних копепод контурних біотопів за всіма показниками формуються на прибережних і глибоководних станціях потамоконтуру та в обрастаннях літоконтуру ОМР.

Висновки

Фауна гарпактикоїдних копепод контурних біотопів ПЗЧМ за результатами досліджень у період 2005-2017 рр. налічувала 76 видів, що відносяться до 46 родів із 23 родин. Найбільша кількість видів відмічена для пелоконтуру (44), найменша для потамоконтуру (19).

Спільними для всіх контурних біотопів північно-західної частини Чорного моря є 6 видів: *Ameira parvula parvula*, *Dactylopusia tisboides*, *Ectinosoma melaniceps*, *Harpacticus flexus*, *Harpacticus littoralis*, *Laophonte elongata elongata*.

Найбільшу кількість видів (35 видів) визначено для обростання літоконтуру ОМР. Найменшу

кількість видів знайдено на інтерстиціалі супраліторалі псамоконтуру (8 видів). На віддалених від берега та прибережних станціях потамоконтуру було відмічено майже однакову кількість видів (12 та 16 видів відповідно). Пелоконтур Ягорлицької, Тендрівської заток та ОМР нараховували 34 види та 21 вид гарпактикоїдних копепод відповідно.

За чисельністю видів гарпактикоїд потамоконтур подібен до інших контурних біотопів на 20,07 %, а за видовим різноманіттям на 42,85 %.

Найбільшим видовим різноманіттям характеризується прибережна частина потамоконтуру (індекс

Маргалєфа – $1,3 \pm 0,1$, індекс Шеннона – $1,7 \pm 0,3$; індекс Сімпсона – $0,8 \pm 0,05$).

За показником фауністичної подібності угруповання гарпактикоїд потамоконтуру значно відрізняються від інших (індекс подібності Брея-Кертиса складає менше 23,53 %). Найбільш схожими (індекс подібності 52,27 %) за видовим складом є пелоконтур та літоконтур.

Подяка. Автори щиро вдячні дайверу, провідному інженеру О.П. Куракіну (ДУ «Інститут морської біології НАН України») за збір глибоководних проб.

Список використаних джерел

1. Виноградов К.А. Контактные зоны южных морей. *Биологические проблемы океанографии южных морей*: материалы юбилейной научной сессии Одесского филиала Института биологии южных морей. Киев : Наукова думка, 1969. С. 45–48.
2. Воробйова Л.В., Кулакова І.І., Бондаренко О.С., Портянко В.В. Мейофауна перифітону природного кам'янистого субстрату (Одеська затока, Чорне море). *Морський екологічний журнал*. 2020. Т. XIV. № 2. С. 14–21.
3. Воробйова Л.В., Кулакова І.І., Гарлицька Л.А. Сучасний стан мейобентосу передгірлових ділянок Дунаю в умовах будівництва судноплавного каналу. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2010. № 2 (43). С. 68–71.
4. Воробьева Л.В., Виноградов А.К., Нестерова Д.А., Настенко Е.В., Гарлицкая Л.А. Условия формирования кормовой базы рыб в северо-западной части Черного моря. *Экология моря*. 2004. Вып. 65. С. 5–14.
5. Воробьева Л.В., Кулакова И.И., Гарлицкая Л.А. Мейобентос украинской части дунайского взморья в условиях строительства судоходного канала. *Морський екологічний журнал*. 2012. Т. XI. № 3. С. 33–40.
6. Воробьева Л.В., Кулакова И.И., Портянко В.В. Мейобентос як кормова база молоді риб донного та придонного комплексів південно-західної частини Чорного моря. *Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона*: материалы Международной конференции. ЮгНИРО, 2012. Т.1. С. 126–131.
7. Воробьева Л.В., Портянко В.В. Harpacticoida (Crustacea, Sowerboda) как компонент мейобентоса контурных биотопов Одесского морского региона. *Экосистемы, их оптимизация и охрана*. 2014. Вып. 11. № 30. С. 179–186.
8. Воробьева Л.В., Торгонская О.А. Энергетические характеристики мейобентоса Жебриянской бухты. *Экология взморья украинской дельты Дуная / отв. ред. Л.В. Воробьева*. Одесса : Астропринт, 1998. С. 275–289.
9. Гарлицкая Л.А. Видовой состав и разнообразие бентосных гарпактикоид северо-западной части Черного моря – сравнительный анализ. *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа*. 2009. С. 301–309.
10. Гарлицкая Л.А. Экология Harpacticoida (Crustacea, Sowerboda) северо-западной части Черного моря : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : 03.00.17. Севастополь, 2010. 20 с.
11. Грига Р.Е. Отряд гарпактицида Harpacticoida. *Определитель фауны Черного и Азовского морей / Отв. ред. В.А. Водяницкий*. Киев : Наукова думка, 1969. Т. 2. С. 56–152.
12. Дехтяр М.Н. Видовой состав и распределение низших ракообразных мезобентоса в заливах дельты Килийского рукава Дуная. *Гидробиологический журнал*. 1968. Т. 4. № 6. С. 12–19.
13. Зайцев Ю.П. Контурные сообщества морей и океанов. *Фауна и гидробиология шельфовых зон Тихого океана*: материалы XIV Тихоокеан. науч. конгр. Хабаровск, август, 1979 г. Владивосток, 1982. С. 51–54.
14. Зайцев Ю.П. Краевой эффект и его значение для морских экосистем. *Тезисы докладов 5-го съезда Всесоюзного гидробиологического общества*. Куйбышев, 1986а. Т.1. С. 80–81.
15. Зайцев Ю.П. Маргинальные экотоны в мониторинге океана. *Комплексный мониторинг состояния биосферы*: труды III Международного симпозиума СССР. Ленинград : Гидрометеиздат, 1986б. Т.3. С. 33–34.
16. Зайцев Ю.П. О контурной структуре биосферы. *Гидробиологический журнал*. 2015. Т. 51. № 1. С. 3–27.
17. Зайцев Ю.П. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины. *Гидробиологический журнал*. 1992. № 4. С. 3–14.
18. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Миничева Г.Г. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. Киев : Наукова думка, 2006. 701 с.
19. Колесникова Е.А. Изменение видового разнообразия Harpacticoida крымского побережья Чер-

ного моря. *Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (черноморский сектор)* / Под ред. В.Н. Еремеева, А.В. Гаевской. Севастополь: ЭКО-СИ-Гидрофизика, 2003. С. 267–270.

20. Контактные зоны Черного моря: мейофауна литоконтур северо-западного шельфа / Л.В. Воробьева и др. Одесса : Фенікс, 2019. 196 с.

21. Монченко В.И. Новые данные о распространении редких гарпактикоид у северо-западного побережья Черного моря. *Гидробиологический журнал*. 1974. Т. 10. № 5. С. 98–101.

22. Монченко В.И. Обзор фауны веслоногих ракообразных Днепровско-Бугского лимана. *Гидробиологический журнал*. 1967. Т. 3. № 1. С. 74–83.

23. Монченко В.И., Полищук В.В. О гарпактикоидах (Crustacea, Harpacticoida) советского участка низовьев Дуная и его дельты. *Вестник зоологии*, 1969. № 6. С. 58–64.

24. Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали и бентали: монография / Л.В. Воробьева, И.И. Кулакова, И.А. Синегуб и др.; отв. ред. Б.Г. Александров. Одесса, 2017. 324 с.

25. Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. Киев: Академперіодика, 2011. 704 с.

26. Протасов А.А., Силаева А.А. Контурные группировки гидробионтов в техно-экосистемах ТЭС и АЭС. Киев : Институт гидробиологии НАН Украины, 2012. 274 с.

27. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мейобентос и планктон). Ленинград : Наука, 1968. 106 с.

28. Apostolov A., Marinov T. Fauna Bulgarica. T. 18: Copepoda, Harpacticoida. Sofia : Aedibus Academiae Scientiarum Bulgaricae, 1988. 384 p.

29. Azovsky A.I., Saburova M.A., Chertoproud E.S., Polikarpov I.G. Selective feeding of littoral harpacticoids on diatom algae: hungry gourmands? *Marine Biology*. 2005. Vol. 148(2). P. 327–337.

30. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (3rd edition) / K.R. Clarke et al. Primer-E Ltd : Plymouth, UK. 2014. 262 p.

31. Clarke K.R., Warwick R.M. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Primer-E Ltd : Plymouth, UK. 2001. 172 p.

32. De Troch M., Steinarsdottir M., Chepurnov V., Olafsson E. Grazing on diatoms by harpacticoid copepods: species-specific density dependent uptake and microbial gardening. *Aquatic Microbial Ecology*. 2005. Vol. 39. P. 135–144.

33. Drira Z., Kmiha-Megdiche S., Sahnoun H., Tedetti M., Pagano M., Ayadi H. Copepod assemblages as a bioindicator of environmental quality in three coastal

areas under contrasted anthropogenic inputs (Gulf of Gabes, Tunisia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 2018. № 98 (8). P. 1889–1905.

34. Giere O. Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments, 2nd edition. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2009. 527 p.

35. Hicks G.F.R., Coull B.C. The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 1983. Vol. 21. P. 67–175.

36. Hulings N.C., Gray J.S. A Manual for the Study of Meiofauna. *Smithsonian Contributions to Zoology*. 1971. № 78. P. 1–84.

37. Margalef D.R. Information theory in ecology. *Generation Systems*. 1958. Vol. 3. P. 36–71.

38. Portianko V.V. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of mussel beds and macroalgae on the rocky substrates in the north-western Black Sea. *Vestnik zoologii*. 2017. Vol. 51. № 5. P. 407–412.

39. Schücker S., Sell A.F., Kihara T.C., Koeppen A., Krönke I., Reiss H. Meiofauna as food source for small-sized demersal fish in the southern North Sea. *Helgoland Marine Research*. 2013. Is. 67. P. 203–218.

40. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. 1949. 117 p.

41. Snigirova A., Uzun E., Portyanko V. Colonizing of bottom marine litter by benthic organisms in the northwestern Black Sea (Gulf of Odessa). *Marine Litter in the Black Sea* / Eds. Ü. Aytan, M. Pogojeva, A. Simeonova. Istanbul, Turkey: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), 2020. № 56. P. 247–267.

42. Vorobyova L., Bondarenko O., Izaak O. Meiobenthic polychaetes in the northwestern Black Sea. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 2008. Vol. 37. № 1. P. 43–55.

43. Vorobyova L., Kulakova I. Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea. Odessa : Astroprint, 2009. 126 p.

44. Vorobyova L., Kulakova I., Bondarenko O., Portyanko V., Uzun E. Meiofauna of the periphytal of the Odessa coast Ukraine. *Journal Black Sea Mediterranean Environment*. 2016. Vol. 22. № 1. P. 60–73.

45. Warwick R.M., The nematode/copepod ratio and its use in pollution ecology. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 12. Iss. 10. 1981. P. 329–333.

46. Wels J.B.J. Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods. The Aberdeen University Press Ltd., 1976. 215 p.

47. Wilson C.B. The copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. *Bulletin of the United States National Museum*. 1932. № 158. P. 1–635.

References

1. Vinogradov, K.A. (1969). Kontaknyye zony yuzhnykh morey. Biologicheskiye problemy okeanografii yuzhnykh morey [Contact zones of the southern seas.

Biological problems of oceanography of the southern seas]. Proceedings from: *Yubileynaya nauchnaya sessiya Odesskogo filiala Instituta biologii yuzhnykh*

morey – Anniversary Scientific Session of the Odessa Branch of the Institute of Biology of the Southern Seas. (pp. 45–48). Kiyev: Naukova dumka [in Russian].

2. Vorobyova, L., Kulakova, I., Bondarenko, O., & Portianko, V. (2020). Mejofauna perifitonu prirodnoho kam'yanistogo substratu (Odes'ka zatoka, Chorne more) [Meiofauna of the natural stone substrate periphyton (Odessa Gulf, Black Sea)]. *Mors'kyi ekologichnyi zhurnal – Marine ecological journal*, XIV (2), 14–21 [in Ukrainian].

3. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., & Garlic'ka, L.A. (2010). Suchasnij stan mejobentosu peredgirlovih dilyanok Dunayu v umovah budivnictva sudnoplavnogo kanalu [The current meiobenthos state of the estuarine sections of the Danube river in the context of the shipping channel building]. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biologhiia – Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatiuk. Ser. Biology*, 2 (43), 68–71 [in Ukrainian].

4. Vorobyova, L.V., Vinogradov, A.K., Nesterova, D.A., Nastenka, E.V., & Garlitckaia, L.A. (2009). Usloviia formirovaniia kormovoi bazy ryb v severo-zapadnoi chasti Chernogo moria [Conditions of the forming fish food base in the north-western part of the Black sea]. *Ekologhiia moria – Ecology of the sea*, 65, 5–14 [in Russian].

5. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., & Garlic'ka, L.A. (2012). Mejobentos ukrainskoj chasti dunaj'skogo vzmor'ya v usloviyah stroitel'stva sudohodnogo kanala [Meiobenthos of the Ukrainian part of the Danube seaside in the context of the shipping channel building]. *Mors'kyi ekologichnyi zhurnal – Marine ecological journal*, XI (3), 33–40 [in Russian].

6. Vorobyova, L., Kulakova, I., & Portianko, V. (2012). Mejobentos yak kormova baza molodi rib donnogo ta pridonnoho kompleksiv pivdenno-zahidnoi chastini Chornogo moria [Meiobenthos as a food base for juvenile fish of the bottom and near-bottom complexes in the western-western part of the Black Sea]. Proceedings from: *Mezhdunarodnaya konferentsiya «Sovremennyye rybokhozyaystvennyye i ekologicheskiye problemy Azovo-Chernomorskogo regiona» – Of the International Conference «Modern fisheries and environmental problems of the Azov-Black Sea region»*. (pp. 126–131). [in Russian].

7. Vorobyova, L., Kulakova, I., & Portianko, V. (2014). Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) kak komponent mejobentosa konturnykh biotopov Odesskogo morskogo regiona [Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) as meiobenthos component of the Odesa marine region contour biotopes]. *Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana – Ecosystems, their optimization and protection*, 11 (30), 179–186 [in Russian].

8. Vorobyova, L.V., & Torgonskaia, O.A. (1998). Energeticheskie kharakteristiki mejobentosa Zhebriianskoi bukhty [Energy characteristics of the meiobenthos of the Zhebriyan Bay]. *Ekologhiia vzmoria ukrainskoi delty Dunaiia – Ecology of the seaside of the Ukrainian Danube delta*. (pp. 275–289). Odessa: Astroprint [in Russian].

9. Garlickaya, L.A. (2009). Vidovoj sostav i raznoobrazie bentosnykh garpaktikoid severo-zapadnoj chasti Chernogo moria – sravnitel'nyj analiz [Species composition and diversity of benthic harpacticoids in the northwestern part of the Black Sea – a comparative analysis]. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoy i shel'fovoj zon i kompleksnoye ispol'zovaniye resursov shel'fa – Ecological safety of coastal and shelf zones and integrated use of shelf resources*, 301–309 [in Russian].

10. Garlickaya, L.A. (2010). Ekologiya Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) severo-zapadnoj chasti Chernogo moria [Ecology of the Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) in the north-western Black sea]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Odessa [in Russian].

11. Griga, R.E. (1969). *Otriad harpaktitcida Harpacticoida. Opredelitel fauny Chernogo i Azovskogo morei [Order harpaktitcida Harpacticoida – Keys to the fauna of the Black and Azov seas]*. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].

12. Dekhtyar, M.N. (1968). Vidovoj sostav i raspredelenie nizshih rakoobraznykh mezobentosa v zalivah del'ty Kilijskogo rukava Dunaya [Species Composition and Distribution of Lower Mesobenthos Crustaceans in the Bays of the Delta of the Kiliya Branch of the Danube]. *Gidrobiologicheskij zhurnal – Hydrobiological journal*, 4 (6), 12–19 [in Russian].

13. Zaitsev, Y.P. (1982). Konturnyye soobshchestva morey i okeanov [Contour communities of the seas and oceans]. Proceedings from: *XIV Tikhookeanicheskij nauchnyy kongress «Fauna i gidrobiologiya shel'fovykh zon Tikhogo okeana» – XIV Pacific Scientific Congress «Fauna and hydrobiology of the shelf zones of the Pacific Ocean»*. (pp. 51–54). Vladivostok [in Russian].

14. Zaitsev, Y.P. (1986a). Krayevoy effekt i yego znachenije dlya morskikh ekosistem [Edge effect and its significance for marine ecosystems]. Proceedings from: *5 s'yezd Vsesoyuznogo gidrobiologicheskogo obshchestva – 5th Congress of the All-Union Hydrobiological Society*. (pp. 80–81). Kuibyshev [in Russian].

15. Zaitsev, Y.P. (1986b). Marginal'nyye ekotony v monitoringe okeana [Marginal ecotones in ocean monitoring]. Proceedings from: *III Mezhdunarodnyy simpozium SSSR «Kompleksnyy monitoring sostoyaniya biosfery» – III International Symposium of the USSR «Integrated monitoring of the state of the biosphere»*. (Vols. 3). (pp. 33–34). Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].

16. Zaitsev, Y.P. (2015). O konturnoj strukture biosfery [On the contour structure of the biosphere]. *Gidrobiologicheskij zhurnal – Hydrobiological journal*, 51 (1), 3–27 [in Russian].

17. Zaitsev, Y.P. (1992). Ekologicheskoe sostoyanie shel'fovoj zony Chernogo moria u poberezh'ya Ukrainy [Ecological state of the shelf zone of the Black Sea near the coast of Ukraine]. *Gidrobiologicheskij zhurnal – Hydrobiological journal*, 4, 3–14 [in Russian].

18. Zaitsev, Y.P., Alexandrov, B.G., & Minicheva G.G. (2006). *Severo-zapadnaya chast Chernogo moria:*

- biologiya i ekologiya [Northwestern part of the Black Sea: biology and ecology]*. Kiev: Naukova Dumka [in Russian].
19. Колесникова, Е.А. (2003). *Izmeneniye vidovogo raznoobraziya Harpacticoida krymskogo poberezh'ya Chernogo morya [Changes in the species diversity of Harpacticoida of the Crimean coast of the Black Sea]. Sovremennoye sostoyaniye bioraznoobraziya pribrezhnykh vod Kryma (chernomorskiy sektor) – The current state of biodiversity of coastal waters of the Crimea (Black Sea sector)*. (pp. 267–270). Sevastopol: ECOSY-Hydrophysics [in Russian].
 20. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Bondarenko, O.S., & Portianko V.V. (2019). *Kontaktnye zony Chernogo moria: meiofauna litokontura severo-zapadnogo shelfa [Contacts zones of the Black Sea: meiofauna of the litocontour of the north-western shelf]*. Odesa: Fenix [in Russian].
 21. Monchenko, V.I. (1974). *Novye dannye o rasprostraneniі redkih garpaktikoid u severo-zapadnogo poberezh'ya Chernogo morya [New data about distribution of the rare harpacticoids near north-western Black sea shore]*. *Gidrobiologicheskii zhurnal – Hydrobiological journal*, 10 (5), 98–101 [in Russian].
 22. Monchenko, V.I. (1967). *Obzor fauny veslonogih rakoobraznykh Dneprovsko-Bugskogo limana [Overview of the copepod fauna of the Dnieper-Bug Estuary]*. *Gidrobiologicheskii zhurnal – Hydrobiological journal*, 3 (1), 74–83 [in Russian].
 23. Monchenko, V.I., & Polishchuk, V.V. (1969). *O garpaktikoidah (Crustacea, Harpacticoida) sovetskogo uchastka nizov'ev Dunaya i ego del'ty [On Harpacticoids (Crustacea, Harpacticoida) of the Soviet Sector of the Lower Danube and its Delta]*. *Vestnik zoologii – Bulletin of Zoology*, 6, 58–64 [in Russian].
 24. Vorobyova, L.V., Kulakova, I.I., Synohub, I.O., Polishchuk, L.M., Nesterova, D.A., Bondarenko, O.S., et al. (2017). *Odeskiy rehion Chornoho moria: hidrobiolohiia pelahiali i bentali [Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and bental]*. B.G. Alexandrov (Ed.). Odesa: Astroprint [in Russian].
 25. Protasov, A.A. (2011). *Zhizn' v gidrosfere. Ocherki po obshchej gidrobiologii [Life in the hydrosphere. Essays on general hydrobiology]*. Kyiv: Akadempriodika [in Russian].
 26. Protasov, A.A., & Silaeva, A.A. (2012). *Konturnye gruppировki gidrobiontov v tekhnо-ekosistemah TES i AES [Contour groups of hydrobionts in techno-ecosystems of TPPs and NPPs]*. Kyiv: Institute of Hydrobiology of the NASU [in Russian].
 27. Chislenko, L.L. (1968). *Nomogrammy dlia opredeleniia vesa vodnykh organizmov po razmeram i forme tela (morskoі meіobentos i plankton) [Nomogramms for measurement mass of aquatic organisms by the body size and shape]*. Leningrad: Nauka [in Russian].
 28. Apostolov, A., & Marinov, T. (1988). *Fauna Bulgarica. T. 18: Copepoda, Harpacticoida*. Sofia: Aedibus Academiae Scientiarum Bulgaricae.
 29. Azovsky, A.I., Saburova, M.A., Chertoproud, E.S., Polikarpov, I.G. (2005). *Selective feeding of littoral harpacticoids on diatom algae: hungry gourmands? Marine Biology*, 148(2), 327–337.
 30. Clarke, K.R., Gorley, R.N. Somerfield P.J., & Warwick R.M. (2014). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (3rd edition)*. Primer-E Ltd: Plymouth, UK.
 31. Clarke, K.R., & Warwick, R.M. (2001). *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Primer-E Ltd: Plymouth, UK.
 32. De Troch, M., Steinarsdottir, M., Chepurinov, V., & Olafsson, E. (2005). *Grazing on diatoms by harpacticoid copepods: species-specific density dependent uptake and microbial gardening*. *Aquatic Microbial Ecology*, 39, 135–144.
 33. Drira, Z., Kmiha-Megdiche, S., Sahnoun, H., Tedetti, M., Pagano, M., & Ayadi, H. (2018). *Copepod assemblages as a bioindicator of environmental quality in three coastal areas under contrasted anthropogenic inputs (Gulf of Gabes, Tunisia)*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(8), 1889–1905.
 34. Giere, O. (2009). *Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments, 2nd edition*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
 35. Hicks, G.F.R., & Coull, B.C. (1983). *The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods*. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 21, 67–175.
 36. Hulings, N.C., & Gray, J.S.A. (1971). *Manual for the Study of Meiofauna*. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 78, 1–84.
 37. Margalef, D.R. (1958). *Information theory in ecology*. *Generation Systems*, 3, 36–71.
 38. Portianko, V.V. (2017). *Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of mussel beds and macroalgae on the rocky substrates in the north-western Black Sea*. *Vestnik zoologii*, 51(5), 407–412.
 39. Schückel, S., Sell, A.F., Kihara, T.C., Koeppen, A., Krönke, I., & Reiss, H. (2013). *Meiofauna as food source for small-sized demersal fish in the southern North Sea*. *Helgoland Marine Research*, 67, 203–218.
 40. Shannon, C.E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
 41. Snigirova, A., Uzun, E., & Portyanko, V. (2020). *Colonizing of bottom marine litter by benthic organisms in the northwestern Black Sea (Gulf of Odessa)*. *Marine Litter in the Black Sea*. Ü. Aytan, M. Pogojeva, A. Simeonova (eds.). Istanbul, Turkey: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), 56.
 42. Vorobyova, L., Bondarenko, O., & Izaak, O. (2008). *Meiobenthic polychaetes in the northwestern Black Sea*. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 37 (1), 43–55.
 43. Vorobyova, L., & Kulakova, I. (2009). *Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea*. Odesa: Astroprint.
 44. Vorobyova, L., Kulakova, I., Bondarenko, O., Portyanko, V., & Uzun, E. (2016). *Meiofauna*

of the periphytal of the Odessa coast Ukraine. *Journal Black Sea Mediterranean Environment*, 22 (1), 60–73.

45. Warwick, R.M. (1981). The nematode/copepod ratio and its use in pollution ecology. *Marine Pollution Bulletin*, 12 (10), 329–333.

46. Wels, J.B.J. (1976). *Keys to aid in the identification of marine harpacticoid copepods*. The Aberdeen University Press Ltd.

47. Wilson, C.B. (1932). The copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. *Bulletin of the United States National Museum*, 158, 1–635.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HARPACTICIDS SPECIES DIVERSITY IN CONTACT ZONES OF THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA

Portianko V.V., PhD, Junior researcher

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, portianko_valentyn@ukr.net

Uzun O.Ye., Leading engineer

Institute of Marine Biology of the NAS of Ukraine, biolena17@gmail.com

In the article there are research results of comparative analysis of the species structure of crustaceans Harpacticoida (Copepoda) in the meiobenthos of different contact zones in the north-western part of the Black Sea. The fauna of harpacticoid copepods of contour biotopes in NWBS during the study period numbered 76 species belonging to 46 genera from 23 families. The largest number of species of harpacticoid copepods (44 species) was registered on the pelocontour. The lithocontour and psamocontour had 39 and 34 species of harpacticoids, respectively. The smallest number of species (19 species) of harpacticoid copepods was registered on the potamocontour. Cluster analysis of the harpacticoid species number in contour biotopes showed that the fauna of the potamocontour is similar to other contours by only 20.07 %. The similarity in the species composition of the peloton and lithocontour is 52.27 %, and the species diversity of the potamocontour harpacticoids is similar to them by 42.85 %.

Common to all contour habitats are 6 species: *Ameira parvula parvula*, *Dactylopusia tisboides*, *Ectinosoma melaniceps*, *Harpacticus flexus*, *Harpacticus littoralis*, *Laophonte elongata elongata*.

Vegetation of the OMR lithocontour had the largest number of species (35 species, which is 46 % of the total number of species), and near 24 species of snakes were noted. Almost the same number of species was observed at the stations remote from the shore and near the shore. The smallest number of species was noted on the interstitial supralittoral of the psamocontour, and their number was almost three times greater in the upper sublittoral. The Pellocontour of Yagorlytska and Tendrivska counted 34 species of harpacticoid copepods, and in the OMR – 21 species.

The coastal part of the potamocontour is characterized by the greatest species diversity (Margalef index – 1.3 ± 0.1 , Shannon index – 1.7 ± 0.3 ; Simpson index – 0.8 ± 0.05).

Key words: contour biotopes, Harpacticoida, Copepoda, meiobenthos.