

УДК 911.52

Воровка В.П.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Біогенні процеси у приазовській парадинамічній ландшафтній системі

У статті проаналізовані процеси біогенного походження, які відбуваються у прибережній смузі моря у визначених межах Приазовської парадинамічної ландшафтної системи. Більшість таких процесів здійснюється на головних контактних межах «вода-повітря», «вода-дно», «вода-суша». Розглянуті процеси у поверхневому шарі води, псамоконтурі, літоконтурі та пелоконтурі, наземна транспірація, газообмін моря і суші, особливості біопродуктивності та біорізноманіття, міграція органічних речовин та організмів. Проаналізована біогенна роль нейстонних організмів у поверхневому шарі морської води, скупчень відмерлих водоростей зостери у прибойній смузі моря, риючих живих організмів прибережної смуги моря, регуляційна роль донних органічних речовин у балансі фосфору та азоту у морській воді, біогенна транспіраційна роль рослин, біогенне значення інтерстиційної рідини прибойної смуги, газообміну киснем та вуглекислотою між водою та повітрям. Виявлена роль біогенних процесів у показниках біорізноманіття та біопродуктивності, біогенне значення морської піни. Показана двобічна взаємодія та різноманіття міграції живих організмів, у тому числі у межах азовсько-чорноморського міграційного коридору птахів, узбережної та інших видів міграції риб тощо.

Ключові слова: біогенні процеси, прибережна смуга моря, контактні межі, біопродуктивність, міграція органічних речовин, міграція організмів.

Воровка В.П. Биогенные процессы в приазовской парадинамичной ландшафтной системе. В статье сделан анализ процессов биогенного происхождения, которые происходят в прибрежной полосе моря в границах Приазовской парадинамической ландшафтной системы. Большинство таких процессов осуществляется на главных контактных границах «вода-воздух», «вода-дно», «вода-суша». Рассмотрены процессы, происходящие в поверхностном слое воды, псамоконтуре, литоконтуре, пелоконтуре, наземная транспирация, особенности газообмена моря и суши, биопроductивности и биоразнообразия, миграция органических веществ и организмов. Проанализирована биогенная роль нейстонных организмов в поверхностном слое морской воды, скопленных отмерших водорослей зостеры в прибойной полосе моря, роющих живых организмов прибрежной полосы моря, регуляционная роль донных органических веществ в балансе фосфора и азота в морской воде, биогенная транспирационная роль растений, биогенное значение интерстициональной жидкости прибрежной полосы, газообмена кислородом и углекислотой между водой и воздухом. Определена роль биогенных процессов в показателях биоразнообразия и биопроductивности, биогенное значение морской пены. Показана двустороннее взаимодействие и разнообразие миграции живых организмов, в том числе в пределах азовско-черноморского миграционного коридора птиц, прибрежной и других видов миграции рыб и т.д.

Ключевые слова: биогенные процессы, прибрежная полоса моря, контактные границы, биопроductивность, миграция органических веществ, миграция организмов.

Vorovka V.P. biogenic processes in the Azov sea paradyamic landscape system. The article analyzes processes of biogenic origin occurring in the coastal zone of the sea within boundaries of the Azov Sea paradyamic landscape system. Most of these processes are taking place at the main contact borders like "water-air", "water-bottom", and "water-land". The processes occurring in the surface layer of water, psammocontour, lithocontour and pelocontour are considered along with processes of ground transpiration, characteristics of gas exchange between the sea and land, biological productivity and biodiversity, migration of organic substances and organisms. A biogenic role of pleustone organisms in the surface layer of sea water, accumulations of dead Zostera algae in the surf zone of the sea, digging living organisms of the coastal strip, a regulatory role of bottom organic substances in the balance of phosphorus and nitrogen in the sea water, a biogenic transpiration role of plants, biogenic significance of the interstitial fluid of the coastal strip as well as oxygen and carbon dioxide gas exchange between water and air are analyzed. The role of biogenic processes in indices of biodiversity and bioproductivity, and biogenic significance of sea foam is identified. The bilateral interaction and variety of migration of living

organisms (including that within the Azov-Black Sea migration corridor of birds) coastal and other types of fish migration, etc. are shown.

Key words: biogenic processes, coastal strip of the sea, contact borders, bioproductivity, migration of organic substances, migration of organisms.

Постановка проблеми. У межах Приазовської парадинамічної ландшафтної системи спостерігається надзвичайна різноманітність процесів і явищ взаємодії між контактними контрастними середовищами. Одну з груп таких процесів становлять біогенні. Їх різноманітня в межах Приазовської парадинамічної ландшафтної системи надзвичайно велике на суші, в акваторії моря та на контактних смугах «вода-повітря», «вода-дно», «вода-суша». Поблизу берегів сконцентрована основна частина продукції живої речовини. Тому роль біогенних процесів у ході сучасних берегових процесів та формуванні ландшафтів прибережної смуги моря значна. Вони ж визначають специфіку багатьох параметрів Приазовської парадинамічної ландшафтної системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасній українській географії проблемам біогенних взаємодій у ландшафтах прибережної смуги моря приділено недостатньо уваги. Більшість географічних досліджень присвячено динаміці абіогенних та біогенних речовин у прибіній смузі моря (Ю.Д. Шуйський, Г.В. Вихованець, О.В. Давидов). Серед географів, які досліджували особливості біогенних взаємодій в Азовському морі та зоні взаємного впливу, виокремлюються праці А.М. Бронфмана, Л.О. Беспалової, О.В. Івлієвої, Ю.М. Гаргопи, С.В. Берднікова. Найбільш детальні дослідження біогенних взаємодій у прибережній смузі моря виконують науковці Інституту біології моря НАН України.

Постановка завдання. Біогенні взаємодії у Приазовській парадинамічній ландшафтній системі є неодмінною складовою формування і функціонування ландшафтних комплексів у її межах. Тому географічний аналіз таких взаємодій є важливим. Основним завданням даної статті є аналіз основних біогенних процесів, які відбуваються на суші, в акваторії моря та на контактних смугах «вода-повітря», «вода-дно», «вода-суша».

Виклад основного матеріалу дослідження. Біогенні процеси – породжені живою речовиною або безпосередньо пов'язані з нею. Їх різноманітня в межах Приазовської парадинамічної ландшафтної системи надзвичайно велике на суші, в акваторії моря та на контактних смугах. Поблизу берегів сконцентрована основна частина продукції живої речовини. Тому роль біогенних процесів у ході сучасних берегових процесів значна. Вважається, що частка біогенних процесів у накопиченні осадів біля берега становить 70-80% [9].

Загальновідомими процесами біогенного походження є фотосинтез, транспірація, біогеохімічні кругообіги речовин, міграція біогенів та багато інших. Більшість таких процесів здійснюється на головних контактних межах «вода-повітря», «вода-дно», «вода-суша».

Серед біогенних процесів для морської поверхні характерним, але маловідомим прикладом є життєдіяльність та глобальна роль нейстонних організмів [5]. Вони концентруються у верхньому мікрошарі води товщиною менше 1 мм. Його формування спричинене накопиченням фосфатів, нітратів, кремнію та органічних речовин. Тут вміст фосфатів у 2-4, а нітратів – у 2-2,5 рази перевищує їх вміст у пелагіалі [3]. Крім того, поверхневий шар води добре насичується киснем і прогрівається, сприяючи розвитку усіх груп нейстонних організмів. Мікроскопічні організми (личинки поліхетів, брюхоногих і

головonoгих моллюсків, ракоподібних та мікроорганізмів) неперервними рухами жгутиків, війок та інших органів спричинюють збурення поверхневого ламінарного шару води. Спровоковані ними мікрохвилі на поверхні пелагіалі вимірюються сотими і тисячними долями міліметра, однак утричі збільшують випаровування та газообмін у системі «вода-повітря» [10]. Завдяки таким збуренням відбувається прискорене випаровування та газообмін у системі «вода-повітря» і збільшується вірогідність зародження моревіїв.

Одним з численних процесів біогенної міграції є штормове викидання на піщаний берег значної маси відмерлих частин водорості зостери (*Zostera marina*). Засипані прибійними піщано-черепашковими відкладами, її прибережні паралельні берегу смугасті скупчення створюють своєрідну контактну зону, яка виступає своєрідним біотопом і комфортним місцем зимівлі для багатьох прибережних мікроорганізмів.

Активні біогенні процеси відбуваються у прибережній смузі моря. Так, Л.В. Воробйова [2] довела значну роль мейобентосу у вертикальній взаємодії між поверхневими та приповерхневими шарами піщано-черепашкових відкладів у прибійній смузі Азовського моря шляхом їх рихлення та аерації.

Ряд організмів, які живуть у відкладах прибійної смуги, неперервно переробляють відклади, пропускаючи їх через шлунково-кишковий тракт, подрібнюючи та збагачуючи продуктами власної життєдіяльності. Багато морських організмів прибережної смуги моря фільтрують воду, звільняючи її від завислих речовин. Загалом живі організми беруть участь у більшості процесів, які проходять у прибережній смузі моря.

Міграція біогенних речовин нами вже частково розглянута на прикладі винесення сполук азоту і фосфору з річковим стоком, а також на прикладі доберегової міграції відмерлих черепашок моллюсків. Однак крім вказаних процесів у прибійній смузі моря відбувається ще багато процесів міграції біогенних речовин і сполук, які пов'язують морську та суходутну підсистеми приморської парадинамічної ландшафтної системи у єдину структуру. Серед них – міграція біогенних речовин у так званих «контурах» моря – псамоконтурі (піщаний), літоконтурі (кам'янистий) та пелоконтурі (мулистий) [10], де межовий ефект проявляється найяскравіше і формується «плівка життя» за В.І. Вернадським.

Різноманіття прибережного життя у псамоконтурі пов'язане з особливою міграцією води та її розчинів в межах піщано-черепашкової прибійної смуги. Міжпіщинкова (інтерстиційна) рідина цієї смуги, незважаючи на кількіметрову відстань від берега і тісний зв'язок з морською акваторією, різко відрізняється за гідробіологічними та гідрохімічними показниками. Під тиском прибійного нахату, насичена біогенами, мікроорганізмами і детритом інтерстиційна рідина витісняється у прилеглу до пляжу вузьку смугу дна, забезпечуючи молодь риб, нематод та інших організмів поживними речовинами. Саме цей факт пояснює високу біомасу та біорізноманіття живих організмів у прибійній смузі. Тут зафіксовані скупчення молоді різних кефалей [8] та бичкових риб. У середині піщаних пляжів чисельність нематод може сягати 62000 ос/м², а рачків-гарпактикоїд – 426000 ос/м², а з віддаленням від прибійної смуги їх концентрація зменшується на кілька порядків. Аналогічні приклади існують і для літоконтуру, представленого кам'янистими берегами і морським дном.

Інтенсивна міграція біогенних речовин властива для пелоконтуру – контактної смуги між дном та придонним шаром води. Донні відклади, насичені

водним гумусом, відіграють роль регулятора двостороннього обміну запасами фосфору в Азовському морі: регенерація седиментованої органічної речовини сприяє переходу частини фосфору у воду, а механізми адсорбції знижують вміст фосфору у пелагіалі, фіксуючи його у донних відкладах [1]. Так само регулюється вмісту азоту – насичення ним водної товщі відбувається у процесі анаеробної амоніфікації органічних речовин дна і розчиненням амонійних солей, а також у вигляді органічних розчинних сполук.

На суші у міграції біогенних сполук активну участь бере контактна смуга між рослинністю та прилеглим шаром повітря. Основним процесом при цьому виступає транспірація. Транспіраційне перенесення біогенних солей здійснюється за активної участі рослинного покриву. Для створення 1 г сухої речовини дуб транспірує близько 340 г вологи. Загальна транспірація для широколистяних порід становить 800-1200 мг/дм² листової пластинки за годину. Під час транспірації з насичених судинних розчинів (0,1-0,4%) разом з вологою в атмосферу викидаються органічні та неорганічні сполуки. Так, наприклад, галофіти порівняно зі злаками транспірують сульфатів, хлоридів і натрію в 3-4 рази більше. Як результат – над великими лісовими масивами спостерігається біогенне збагачення приземного шару повітря калієм та натрієм і вплив цей поширюється в радіусі до 65 км. Транспіраційне винесення солей визначає специфіку приземного шару повітря, вираженому в хімічному складі атмосферних опадів, а також відображає геохімічні особливості конкретних ландшафтів.

Газообмін. Найактивніший процес газообміну відбувається на контакті «вода-повітря». Головним джерелом насичення води газами є атмосферне повітря, незначна частина надходить в результаті життєдіяльності живих організмів, виверження підводних вулканів та внаслідок процесів синтезу і розпаду органічних речовин. Разом з тим акваторія здатна регулювати вміст вуглекислого газу і кисню в атмосфері і таким чином впливати на сушу.

На інтенсивність проникнення та розчинення атмосферних газів у воді прямо впливає ступінь хвилювання морської поверхні. Цей процес залежить також від температури води, парціального тиску газів та їх хімічного складу. В холодний і теплі періоди року зі штормами вода Азовського моря добре насичується газами, зокрема киснем. Відомий випадок пересичення води Азовського моря киснем до 350%. Характерне для умов Азовського моря конвективне перемішування води під час штормів розподіляє насичену газами воду рівномірно по всій водній товщі. У жаркий період зі штилями встановлюється вертикальна стратифікація води, насичення її від дна сірководнем та зниження вмісту кисню у зв'язку з активним розкладенням донної органіки. В цей час у морі виникають заморні явища.

Так само Азовське море у складі Світового океану бере участь у світовій регуляції вмісту у повітрі вуглекислого газу, засвоюючи його на формування вапнякових мушель моллюсків. Коефіцієнт розчинності CO₂ у кілька разів вищий за інші гази атмосфери, тому значна доля молекул CO₂ хімічно зв'язується водою і через ряд хімічних перетворень зв'язується іонами кальцію до нерозчинного CaCO₃.

Біопродуктивність та біорізноманіття Приазовської парадинамічної ландшафтної системи, як і інших прибережних систем, тісно пов'язана з великою кількістю взаємопов'язаних та взаємообумовлених факторів. Завдяки високому біотопічному різноманіттю мілководних прибережних ландшафтів у поєднанні з низинними степовими ділянками суші та приморськими піщано-черепашковими

пляжами Приазовська парадинамічна ландшафтна система характеризується високими показниками біорізноманіття та біопродуктивності.

Незважаючи на це, загальновизнаною генеральною закономірністю для малих морів є високі показники середньої біомаси і середньої біопродуктивності (табл. 1). Для природних умов Азовського узбережжя ці показники є найвищими

Таблиця 1

Рибна продукція морів Південної Європи та Середньої Азії

Назва моря	Виллов, кг/га
Середземне	0,5
Чорне	2,0
Азовське	80,0
Каспійське	12,0
Аральське	6,0

серед усіх морів світу. Ще наприкінці XIX століття помічено, що «сприятливе поєднання землі, води та атмосфери створюють в Азовському морі такі хороші умови, що воно в 100 разів багатше на рибу за Каспій» [4]. Аналогічно висловлювався і професор Л.О. Зенкевич: «Ни один известный нам морской водоем земного шара не может сравниться с Азовским морем по чрезвычайной интенсивности процессов продуцирования и относительной эффективности рыбного промысла» [6].

Біорізноманіття Азовського моря порівняно з Середземним (понад 6000 видів) та Чорним (близько 1500 видів) невелике (700). За кількісним показником: фітопланктон представлений 183 формами, зоопланктон – 155 формами, зообентос – 128 видами, фітобентос – 33 види, риби – 79 формами. Натомість невеликі показники біорізноманіття компенсуються його значною біопродуктивністю. Про високу біопродуктивність моря свідчать такі показники: біомаса фітопланктону сягає колосальної величини у 200 г/м³, середня біомаса бентосу – 418 г/м³, біомаса зоопланктону – 600 мг/м³, з гектара його площі виловлювали риби в 6 раз більше за Каспійське, в 8 раз більше за Балтійське і в 25 разів більше за Чорне море. В окремі роки улови риби сягали 300 тис. т, з них 160 тис. т становили риби цінних порід. Темпи росту тварин в Азовському морі у рази вищі за інші моря.

Міграція органічних речовин у контактних смугах Приазовської парадинамічної ландшафтної системи надзвичайно різноманітна як за процесами, так і за напрямом. Переважно вона здійснюється у прибережній смузі моря прибійними водними потоками. На морському дні міграція органіки в контактній смузі «вода-дно» відбувається за допомогою фізичних та біохімічних процесів. В межах суші міграція органічних речовин відбувається разом з мобільними компонентами – вітром та водою.

Нами вже наведений приклад міграції органічних речовин від берега у море разом з інтерстиційною рідиною під впливом прибою з формуванням так званої смуги насичення. Іншим наочним прикладом міграції є морська піна, яка формується у зоні прибою та у відкритій частині моря при вітрах понад 6 м/с. Незважаючи на фізико-хімічну природу, концентрація у піні органічної речовини у 20-30 разів вища за воду. Це свідчить про високу метаболічну активність мікроорганізмів піни. Верхній шар води, де формується морська піна, характеризується скупченням мертвих та відмираючих водоростей і безхребетних, які піднімаються з дна та

пелагіалі. Процес накопичення відмерлих решток у поверхневому шарі води названий Ю.П. Зайцевим «антидош трупів». Тут підвищеною є також концентрація бактерій, амонію, фосфатів, органічних сполук [10].

Як стабільна, так і динамічна піна під час штормів викидається на берег, інколи на відстань у сотні метрів, пошкоджуючи лінії електропередач та інфраструктуру. У стабільній піні А.В. Цибань [11] виявила комплекси гетеротрофних мікроорганізмів, кількість яких у тисячі разів більша за їх вміст у пелагіалі. Так само на кілька порядків більший вміст водоростей. Біологічна активність піни підтверджується її стимуляційними та лікувальними властивостями.

Міграція живих організмів у прибережній смузі моря вирізняється великим різноманіттям та двобічною спрямованістю, яка має характер добових чи сезонних флуктуацій. Контрастні середовища сприятливими умовами, підвищеною біопродуктивністю та біотопічним різноманіттям приваблюють до себе значну кількість риб для нересту, водоплавних птахів – для живлення та гніздування, молоді риб – для нагулу, мікроорганізми – для інтенсифікації життєвих процесів, життєві форми організмів – для дозрівання та переходу в іншу життєву форму та ін. Таким чином відбувається міграція живих організмів до контактних смуг та їх поповнення як «згустків» чи «плівок» життя.

Азовське узбережжя з багатими на їжу мілководними лиманами, затоками і лагунами, засіяними озиминою прибережними полями є складовою частиною міграційного коридору перелітних птахів з півночі Євразії у північну Африку восени і в зворотному напрямі – весною. Під час перельотів скупчення птахів у сотні тисяч особин, хоч і на короткий період часу, стають складовими трофічних ланцюгів і беруть активну участь у кругообігу мінеральних та органічних речовин у геосистемі. Міграція перелітних та навколоводних птахів уздовж морського узбережжя та в глибину суші сприяє поширенню морських мікроорганізмів та хвороб, зокрема пташиного грипу, створюючи тим самим загрозу існування свійських птахів у домогосподарствах прибережної смуги моря.

Інтенсивна міграція характерна для риб Азовського моря, особливо для прохідних та напівпрохідних. Більшість з них до зарегулювання річкового стоку заходили у русла річок для нересту у верхів'ях (прохідні) або у нижній течії (напівпровідні). Однак їх популяція у зв'язку з його зарегулюванням та скороченням різко зменшилася, особливо таких видів як осетер, оселедець, судак, лящ, чехонь тощо.

Міграція бичків носить сезонний характер і пов'язана з необхідністю нересту у прибережній добре аерованій і теплій мілководній смузі. Тут же відбувається нагул молоді бичкових риб. Для кефалей також характерна нерестова міграція, але у солоні мілководні водойми (лагуна Сиваш, лимани Молочний та Сивашик), оскільки їх ікра набуває нейстонної плавучості при солоності 22-25‰. Уздовжберегова міграція молоді кефалей (лобан, гостроніс, сингіль) пов'язана переважно з нагулом. Її високі концентрації зафіксовані у місцях виходу насиченої органікою інтерстиційної рідини та пригирлових ділянках мілководдя [8].

Бризкові вітри, незважаючи на незначну швидкість вітру, також сприяють міграції живих організмів, спор, насіння – особливо по лінійних пониженнях рельєфу (річкові долини, балки, яри). Крім того, річковими долинами субмеридіонального розташування відбувається міграція більш північних видів рослин і тварин на південь і навпаки [7].

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, сукупність біогенних процесів та явищ, які відбуваються та проявляються у прибережній смузі Азовського моря, є неодмінною складовою загального процесу функціонування Приазовської парадинамічної ландшафтної системи. Вони визначають специфіку її структури, функціонування та результат, що проявляється у формуванні ландшафтних комплексів з високим рівнем біопродуктивності та біорізноманіття.

1. Бронфман М.А. Азовское море: Основы реконструкции / М.А. Бронфман, Е.П. Хлебников; Под ред. А.И. Симонова. – Л: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
 2. Воробьева Л.В. Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей / Л.В. Воробьева. – К.: Наукова думка, 1999. – 300 с.
 3. Гаркавая Г.П. Современные источники эвтрофирования северо-западной части Черного моря // Гаркавая Г.П., Богатова Ю.И. Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Сер. Біологія. Спец. вип. Гідроекологія. – 2001. – №3 (14). – С. 188-189.
 4. Данилевский Н.Я. Описание рыболовства в Черном и Азовском морях // Исследования о состоянии рыболовства в России. – СПб., 1871. – Т. VI.I. – 316 с.
 5. Зайцев Ю.П. Про існування біоценозу нейстону в морській пелагіалі / Ю.П. Зайцев // Наук. Зап. Одес. біол. ст. АН УРСР. – 1960. – №2. – С. 37-40.
 6. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. – М.-Л. : Советская наука. – Т. 1 : Мировой океан. – 1951. – 507 с.
 7. Козин В.В. Парагенетический ландшафтный анализ речных долин. Учебное пособие. – Тюмень: Изд. ТГУ, 1979. – 88 с.
 8. Савчук М.Я. Мальки кефалей (Mugilidae) северо-западной части Черного моря: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Кишинев, 1970. – 27 с.
 9. Сафьянов Г.А. Геоморфология морских берегов / Г.А. Сафьянов. – М.: Наука, 1996. – 400 с.
 10. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Ю.П. Зайцев, Б.Г. Александров, Г.Г. Миничева. – К.: Наукова думка, 2006. – 700 с.
 11. Цыбань А.В. Бактериопланктон и бактерионейстон шельфовой области Черного моря. – К: Наукова думка, 1970. – 272 с.
-
1. Bronfman M.A. Azovskoye more: Osnovy rekonstruktsii / M.A. Bronfman, Ye.P. Khlebnikov; Pod red. A.I. Simonova. – L: Gidrometeoizdat, 1985. – 272 s.
 2. Vorob'yeva L.V. Meyobentosa ukrainskogo shel'fa Chernogo i Azovskogo morey / L.V. Vorob'yeva. – M.: Naukova dumka, 1999. – 300 s.
 3. Garkavaya P. Sovremennyye istochniki evtrofirovaniya severo-zapadnoy chasti Chernogo morya // Garkavaya G.P., Bogatova YU.I. Nauk. zap. Ternop. ped. un-ta. Ser. Biologiya. Spets. vyp. Hidroekologiya. – 2001. – №3 (14). – S. 188-189.
 4. Danilevskiy N.YA. Opisanie rybolovstva v Chernom i Azovskom moryakh // Issledovaniya v sostoyanii rybolovstva v Rossii. – SPb., 1871. – T. VI.I. – 316 s.
 5. Zaytsev YU.P. O sushchestvovanii biotsenoza neyston v morskoy pelagiali / YU.P. Zaytsev // Nauk. Zap. Odes. biol. st. AN USSR. – 1960. – №2. – S. 37-40.
 6. Zenkevich L.A. Fauna i biologicheskaya produktivnost' morya. – M.-L. : Sovetskaya nauka. – T. 1: Mirovoy okean. – 1951. – 507 s.
 7. Kozin V.V. Parageneticheskikh landshaftnyy analiz rechnykh dolin. Uchebnoye posobiye. – Tyumen': Izd. TGU, 1979. – 88 s.
 8. Savchuk M.YA. Mal'ki kefaley (Mugilidae) severo-zapadnoy chasti Chernogo morya: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. – Kishinev, 1970. – 27 s.
 9. Saf'yanova A. Geomorfologiya morskikh beregov / G.A. Saf'yanova. – M.: Nauka, 1996. – 400 s.
 10. Severo-zapadnaya chast' Chernogo morya: biologiya i ekologiya / YU.P. Zaytsev, B. Aleksandrov, G. Minichev. – M.: Naukova dumka, 2006. – 700 s.
 11. Tsyban' A.V. Bakterioplankton i bakterioneyston shel'fovoye oblasti Chernogo morya. – K: Naukova dumka, 1970. – 272 s.

Подано до редакції 09.04.2017

Рецензент – доктор географічних наук А.В. Гудзевич