

УДК 911.52:551.435.36(262.54)(285.32)

Воровка В.П., Демченко В.О.

ПАРАДИНАМІЧНІ ЗВ'ЯЗКИ У ЛАНДШАФТНОМУ КОМПЛЕКСІ СХІДНИЙ СИВАШ-УТЛЮЦЬКИЙ ЛИМАН АЗОВСЬКОГО МОРЯ

У статті розглядаються парадинамічні особливості гідрологічної, гідрохімічної, гідротермічної та гідробіологічної взаємодії між акваторіями Східного Сивашу та Утлюцького лиману Азовського моря, результатом яких є набуття кожною з акваторій певних специфічних властивостей

Ключові слова: парадинаміка, ландшафтний комплекс, взаємодія, гідрологія, гідрохімія, гідробіологія.

В статье рассматриваются парадинамические особенности гидрологического, гидрохимического, гидротермического и гидробиологического взаимодействия между акваториями Восточного Сиваша и Утлюкского лимана Азовского моря, результатом которых является проявление в каждой из акваторий определенных специфических свойств

Ключевые слова: парадинамика, ландшафтный комплекс, взаимодействие, гидрология, гидрохимия, гидробиология.

The given article discusses the paradyamic peculiarities of hydrological, hydrochemical, hydrothermal and hydrobiological interaction between Eastern Syvash and Azov Sea Utluk estuary water areas, which result the acquisition by each water area its own specific features.

Keywords: paradyamics, landscape complex, interaction, hydrology, hydrochemistry, hydrobiology.

Актуальність дослідження ландшафтного комплексу Східний Сиваш-Азовське море спричинена складною парадинамічною взаємодією через гирла Тонке і Промоїна акваторії Східного Сивашу з акваторією Азовського моря, представленою в даному випадку Утлюцьким лиманом. Таке дослідження є цікавим та актуальним для фізико-географічних і конструктивно-географічних пошуків у зв'язку зі значною мінливістю умов, факторів і наслідків їх дії. Вони можуть дати поштовх до отримання нових знань про природні ландшафтні комплекси, особливості їх взаємозв'язку та закономірності розвитку.

Постановка проблеми. Акваторія Східного Сивашу та прилегла до проток в Арабатській стрілці частина акваторії Азовського моря,

представлена Утлюцьким лиманом, знаходяться у тісній взаємодії між собою, надаючи певних властивостей кожному з взаємодіючих географічних об'єктів і визначаючи екологічні особливості їх подальшого функціонування. Східний Сиваш фактично ніким з вчених не розглядався у якості парадинамічного ландшафтного комплексу з системою його двосторонніх зв'язків з Азовським морем.

Аналіз публікацій. Перші описи території Сивашу, Присивашся та Азовського моря стосувалися окремих компонентів або загального опису як географічних об'єктів та їх генезису. Першим у 1795 році опис здійснив П.С. Паллас. Більш детальні дослідження цієї території розпочалися після будівництва в 1875 р. залізниці між материком і Кримом з відгалуженням на Арабатську стрілку та початком сольового промислу. У той час Л. Першке у своїх ґрунтовних дослідженнях розглянув питання походження Сиваша і перекопських озер, генезису розсолів і шляхи їх використання. Описові роботи по Сивашу були виконані згодом і М.А. Соколовим (1895). Ґрунтовні абіотичні дослідження Сиваша розпочалися з 40-х рр. ХХ ст., а біотичні ще раніше – з 20-40 рр. ХХ ст. Загалом різнобічному розкриттю проблем Сиваша за минулий період присвячено понад 1170 наукових праць [15]. І варто зазначити, що цей перелік далеко не повний. Найбільш детально досліджені і широко висвітлені у публікаціях по Сивашу і Присивашню геологія, гідрогеологія, геоморфологія, геохімія, гідрологія, ґрунти, мули, флора, тваринний світ (у першу чергу орнітофауна, іхтіофауна і герпетофауна). Особливо плідними за останні півтора десятиліття є дослідження флори і фауни та узагальнюючі екосистемні наукові здобутки завдяки різноманітним грантовим проектам [16, 17, 18, 10]. Незважаючи на таке різноманіття і кількість публікацій, дуже обмеженою є інформація щодо обґрунтування структури Сивашу як географічного об'єкту [8]. У наукових публікаціях майже не зустрічається єдине бачення Сивашу як геосистеми з єдністю функціонування її абіотичної та біотичної складових з особливостями впливу на них людини. Можна навести одиниці робіт комплексного характеру [11]. Крім того, Східний Сиваш фактично ніким з вчених не розглядався у якості парадинамічного ландшафтного комплексу з його системою двосторонніх зв'язків з прилеглою сушею та Азовським морем. Порівняно недавно була здійснена спроба розгляду геоморфологічних особливостей акумулятивного рельєфоутворення на сиваському узбережжі Арабатської стрілки у вже згаданій нами статті [14]. Але наведені як приклад морфодинамічні, гідродинамічні і літодинамічні процеси, незважаючи на власне «динамічність» назв, тут ототожнюються з явищем парагенезису.

Метою статті є аналіз акваторії Східного Сивашу та акваторії Утлюцького лиману Азовського моря як парадинамічного ландшафтного комплексу.

Завдання. Виходячи з вищезначеної мети, основним завданням даної статті є географічний аналіз лагуни Східного Сивашу як парадинамічного ландшафтного комплексу у складі Приазовської

парадинамічної ландшафтної системи, представленого системою двосторонніх зв'язків з прилеглою акваторією Утлюцького лиману Азовського моря.

Природні і антропогенні зв'язки двостороннього типу дають можливість розглядати дану територію як парадинамічний ландшафтний комплекс у складі Приазовської парадинамічної ландшафтної системи. Наявність узбережних територій і проток у якості контактних зон різних середовищ підкреслюють їх парадинамічні властивості. Явищами парадинамізму супроводжуються більшість географічних процесів як природного, так і антропогенного походження, однак особливо чітко вони проявляються саме у берегових смугах. Ускладнюють таку взаємодію природні фактори довкілля – гірські породи, конфігурація берегової лінії, переважаючі вітри, гирла річок, затоки і лимани, припливно-відпливні і змінно-нагінні явища. Крім природних факторів, істотного значення у формуванні прибережних зон упродовж 60-90-рр ХХ століття набула антропогенна діяльність.

Вперше ідея про існування у природі цілісних парадинамічних ландшафтних комплексів набула розвитку в роботах Ф.М. Мількова. Згідно його визначення парадинамічний ландшафтний комплекс представляє собою систему просторово суміжних регіональних чи типологічних одиниць, які характеризуються наявністю між ними взаємообміну речовини та енергії [12].

Пізніше саме Ф.М. Мільков [13] запропонував розглядати ландшафти берегової зони у якості парадинамічних і парагенетичних ландшафтних систем. При розгляді явищ парадинамічності і парагенетичності у ландшафтній сфері ми схилиємося до поглядів Ф.М. Мількова, який розглядав їх як взаємопов'язані і взаємозалежні, але з пріоритетом парадинамічності, основою якого є процесна складова [5].

Східний Сиваш є неодмінною складовою Приазовської парадинамічної ландшафтної системи і має велике значення для неї. Його парадинамічні властивості проявляються у двосторонній гідрологічній, гідрохімічній, температурній та гідробіологічній взаємодії з прилеглою акваторією Азовського моря. Стаття стосується взаємодії лише тієї частини акваторії Азовського моря, яка представлена Утлюцьким лиманом. Географічним кордоном Утлюцького лиману, який відокремлює його від власне акваторії Азовського моря, у відповідності до Правил промислового рибальства, є найвужча частина акваторії між маяком півострова Бірючий Федотової коси та азовським узбережжям Арабатської стрілки між селами Щасливцеве та Генічеська Гірка.

Визначальну роль у такій взаємодії відіграють переважаючі вітри східних і західних румбів. Східні вітри є нагінними для акваторії Сивашу і наганяють азовську воду з відмінними від сиваської води фізико-хімічними властивостями. Західні вітри навпаки - зганяють сиваську воду до Генічеської протоки і промійни Протока, сприяючи її підпору у східній частині Сивашу і виходу в Азовське море. Східні і західні вітри

обумовлюють швидку зміну фізико-хімічних властивостей вод у прилеглих акваторіях по обидва боки від проміїн в Арабатській стрілці. Це також є основним фактором, який формує флору і фауну цих акваторій.

Крім того, значну роль у напрямі течій відіграє атмосферна волога, яка надходить в лиман з суші ранньою весною під час танення снігу з річок Криму. Тому рано навесні, коли збільшується надходження прісних вод з суші, переважають течії з Сиваша в Азовське море. Влітку, коли витрати води на випаровування з поверхні лагуни максимальне, переважають течії з Азовського моря в Сиваш [20].

Гідрологічний зв'язок Сивашу з Азовським морем проявляється у циркуляції води між акваторіями через функціонуючі протоки Тонка і Промоїна, утворені в тілі Арабатської стрілки. Режим течій у протоках визначається переважно поздовжнім градієнтом тиску внаслідок перепаду рівня на кінцях протоки і переважаючими вітрами. Мілководність протоки уповільнює водообмін в ній, спричинений перепадом щільності на кінцях протоки.

Природною особливістю стічних, вітрових та компенсаційних течій у протоці Тонкій була їх однонаправленість зі значним переважанням азовської складової [19]. На період з 80-х років ХХ ст. до початку ХХІ ст. азовська і сиваська складові стали приблизно рівними у зв'язку з наповненням Сиваша стічними прісними водами зі зрошуваних полів та рисових чеків, а також внаслідок інфільтрації води Північно-Кримського каналу. У зв'язку зі зниженням водоспоживання скоротилися скиди прісних вод у Сиваш і азовська складова течій в протоках стала знову домінуючою.

Гідрохімічний взаємозв'язок Сивашу з Азовським морем найтіснішим чином пов'язаний з гідрологічним обміном, оскільки основна частина солей в Сиваш надходить саме з морською водою. Основними факторами впливу на гідрохімічний розподіл основних іонів у Східному Сивашу, за визначенням М.І. Бобка [4], є водообмін між Сивашем та Азовським морем через генічеські протоки і надходження опріснених вод р. Салгір і частково – надходженням солей зі скидними водами рисових чеків. Сольовий, як і гідрологічний режим різних частин Сивашу та обмін солями Сивашу з Азовським морем визначається перепадами рівнів води у водоймах, спричиненими більшою мірою загальною циркуляцією атмосфери і меншою – річковим та антропогенним стоком. Наслідком цього є суттєва сезонна та річна мінливість, а також значні просторові відміни показників солоності.

Циркуляція води з Сиваша та Азовського моря протоками Тонка і Промоїна призводить до перемішування солонішої сиваської води з більш прісною азовською водою. Солоність сиваських течій у протоці у половині випадків змінюється в інтервалі від 0,4‰ весною до 3,0‰ восени. Повторюваність присутності у протоці сиваської води з солоністю 17‰ становить не менше 35% випадків. Найчастіше у прибережній північно-західній частині Азовського моря, як і в самих протоках, спостерігається

вода з солоністю 14-17‰ сивасько-азовського походження, яка призводить до підвищення тут середньої багаторічної солоності азовської води на 0,4-0,5‰ у порівнянні з центральними акваторіями моря. У зв'язку з цим припущення про розпріснуючий вплив Сиваша на Азовське море є неправильним [9].

Завдяки слабкому зв'язку з Азовським морем солоність Сивашу до пуску Північно-Кримського каналу коливалась від 20-30‰ в районі проток біля Генічеська і до 50-240‰ на південь від системи островів Каянли [3]. Тобто у східній частині першого плеса солоність була найнижчою, оскільки воно розміщене у безпосередній близькості до проток. З віддаленням на захід і південь солоність різко зростала (навіть у межах першого плеса) до максимальних значень у четвертому плесі. Така ж закономірність зміни солоності води характерна і для нинішнього етапу розвитку Східного Сивашу за винятком набагато меншої концентрації солей у воді.

За період з 1975 по 2007 рр. солоність у північній і середній частинах Східного Сивашу (перше, друге і третє плеса) знизилася у 2-3 рази порівняно з природним режимом. Щорічний тренд зниження солоності склав за цей період 0,61‰. Починаючи з 1998 року фіксуються найнижчі середньорічні показники солоності у Східному Сивашу – від 20,56‰ в 2003 р. до 17,52‰ в 2006. У листопаді-грудні 2007 р. в районі Чонгарського мосту зафіксовані найнижчі за увесь період спостережень середньомісячні показники солоності води – 13,74-14,86‰ [8]. З того часу і дотепер спостерігається чітка тенденція до поступового підвищення вмісту солей у воді, тобто підвищення солоності сиваської води.

Коефіцієнти співвідношення головних іонів $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{-2}$, $\text{SO}_4^{-2}/\text{Ca}^{+2}$, Cl^-/Na^+ , $\text{Na}^+/\text{Mg}^{+2}$, $\text{SO}_4^{-2}/\text{Mg}^{+2}$, $\text{Cl}^-/\text{Mg}^{+2}$, $\text{Mg}^{+2}/\text{Ca}^{+2}$ лежать у незначних межах по всій акваторії Східного Сивашу і свідчать про відсутність інших факторів впливу на сольовий склад води, крім наведених [4]. На концентрацію іонів може суттєво впливати переважання процесів випаровування у посушливі роки над процесами надходження опріснених вод.

Порівняння даних концентрації Cl^- -іонів, отриманих у 1955 р. і на початку 2000-х свідчить про значне зниження солоності води в акваторії Східного Сивашу за цей проміжок часу.

Сольовий обмін цілком залежить від циркуляції води. Обсяги надходження солоних сиваських вод в Азовське море в середньому за багаторічний період становить $0,37 \text{ м}^3$. Тому сольовий обмін Східного Сивашу з Азовським морем за інтенсивністю віднесений до середньомасштабних фронтальних зон після великомасштабних обмінів Дону, Кубані і Керченської протоки з Азовським морем [8]. Незважаючи на це вплив солоних сиваських вод відчувається уздовж усього західного узбережжя моря від Утлюцького лиману на півночі до Арабатської затоки на півдні. Це пояснюється особливостями циркуляції вод в Азовському морі.

Гідрохімічний режим Східного Сивашу значною мірою змінений антропогенною діяльністю людини внаслідок функціонування Північно-Кримського каналу, відокремлення акваторії Східного Сивашу дамбою Найман, скидання дренажно-поливних вод з рисових чеків, інфільтрації води через тіло каналу. Очевидно, на зміни гідрохімічного режиму вплинула і утворена в 1969 р. протока Промоїна.

Припускають [8], що на зниження солоності сиваських вод впливає інтенсивне надходження більш прісних (9,3-9,9‰) азовських вод через протоку Тонку в середньому багаторічному обсязі 1,35 км³ (близько 65% загального об'єму води в Сиваші). Враховуючи наявність протоки Промоїна та її функціональну здатність, вказаний відсоток може суттєво збільшитись.

Сезонний хід багаторічних змін солоності води в північно-західній частині акваторії моря (Генічеськ) чітко виражений на відміну від інших ділянок українського узбережжя Азовського моря, де він виражений слабо у зв'язку з зарегулюванням стоку основних річок азовського басейну. У Генічеську спостерігаються найбільші амплітуди сезонного ходу середньоквадратичних відхилень багаторічної мінливості з двома максимумами у березні і листопаді (2,0-3,5‰) і мінімумом у липні-серпні (1,3-1,5‰). Це пов'язано з мінливістю потоку солоної сиваської води через протоки [8].

Процеси опріснення вод Сивашу суттєво вплинули на багаторічний хід солоності у північно-західній частині Азовського моря. Максимальні значення солоності припадають на 70-і роки ХХ ст., після чого солоність моря зменшується з найвищою інтенсивністю в останні два десятиліття. В районі Генічеська зафіксоване максимальне зниження солоності за період з 1977 по 2007 рр. (-4,98‰) при середньорічних показниках в цілому по акваторії моря -2,35 ...-2,5‰. У розрізі сезонів та окремих місяців найбільші величини від'ємних кутових коефіцієнтів лінійних трендів характерні також для Генічеська. Спостерігаються вони у лютому, березні і листопаді.

Температурна взаємодія з Азовським морем. Завдяки значній ізольованості, складній конфігурації берегової лінії і незначній глибині акваторії Східного Сивашу її температурний режим має свої особливості. З цими факторами пов'язані перевищення річних амплітуд температури води у порівнянні з Азовським морем на 10°C. У холодний період року різниця в амплітудах між морем і лагуною збільшується удвічі [7], що пояснюється високою солоністю води і низькою температурою її замерзання.

З глибиною температура води майже не змінюється у зв'язку з мілководністю та інтенсивним перемішуванням водних мас під час вітрів. Мілководність Східного Сивашу спричинює чітко виражений добовий хід температури води з амплітудою добових коливань до 10°C у літній період та десятих часток градуса – у зимовий. У зимовий період у незамерзаючих районах температура води знижується до -5 ...-7°C, а в літній період досягає 34-35°C і навіть 40°C в мілководних затоках. Середня річна

температура води Сивашу і його окремих районів вища за середню річну температуру повітря.

Такий температурний режим Сивашу відбивається на термічному обміні з Азовським морем. У літні місяці тепліша сиваська вода надходить в Азовське море, створюючи позитивну аномалію максимальних температур у північно-західній його частині в серпні до +30,3 °С при середній по акваторії 27-28°С. У зимовий період року переохолоджена сиваська вода надходить у море, змішується з більш теплою морською водою, створюючи від'ємну аномалію мінімальних температур у -2,4°С поблизу Генічеська. Незважаючи на це, аналіз побудованих кліматичних полів температури води в Азовському морі за багаторічний період з 1887 по 2007 рр. показує відсутність значних аномалій [8].

У весняний період позитивні аномалії температури води у північно-східній частині моря характерні для березня і квітня. У цей час сиваські мілководдя інтенсивно прогриваються і більш тепла вода надходить у море. В осінній період мілководдя охолоджуються значно швидше за основну акваторію і більш холодна сиваська вода потрапляє у море. Варто зазначити, що температурний обмін Сивашу з Азовським морем суттєво залежить від вітрового режиму, який залежить від особливостей циркуляції атмосфери над акваторією.

Динаміка водообміну між акваторіями Сивашу та Азовського моря спричинює відносно різкі зміни температурного і сольового режимів, які виступають вирішальним фактором формування флори і фауни контактуючих акваторій. Результатом динамічної взаємодії між Східним Сивашем та Утлюцьким лиманом є трансформація видового багатства та чисельності окремих представників гідробіонтів в обох водоймах.

Так, видове багатство макрозообентосу Східного Сиваша залежить від рівня солоності води. Протягом 1955 р. за солоності 20-133,1‰ видовий склад зообентосу налічував 33 види, що значно менше, ніж у 2003-2004 рр. (64 види за солоності 10,6-23,5‰). Дослідження 2003-2004 рр. показали, що найбільш суттєве зростання видової розмаїтості макрозообентосу відбулось у третьому й четвертому плесах Сиваша. У 2010-2011 рр. солоність води зросла до 12,2-30,7‰, а видове багатство зообентосу зменшилось до 25 видів. У результаті опріснення у Східному Сиваші перестали реєструватись представники ультрагалінної фауни *Artemia salina* і *Chironomus salinarius*, що в значній кількості населяють Центральний Сиваш. В умовах зростання солоності води в останні роки видове багатство бентосу зменшилось в першу чергу за рахунок зниження різноманітності гастропод родів *Hydrobia*, *Rissoa*, *Pseudopaludinella* [2].

У Східному Сиваші, в зв'язку з процесом опріснення його акваторій, намітилась тенденція до збільшення видового складу риб. Якщо в період гіперсолонної водойми мешкало 18-21 вид риб, то в сучасних умовах реєструється 31. Слід відмітити тенденцію до збільшення прісноводних видів риб у структурі іхтіоценозу до понад 30%.

В історичному плані вважалося, що Утлюцький лиман відрізняється від інших периферійних водойм Азовського моря більш високою солоністю, що пов'язано з наявністю безпосереднього зв'язку лиману з Сивашем. Особливо чітко ця різниця відмічається весною, коли лиман не піддається інтенсивному опрісненню азовськими водами. Більш висока солоність Утлюцького лиману, на відміну від моря, пояснює той факт, що в його флорі та фауні відмічаються типово чорноморські види, які відсутні в інших морських районах [1, 6]. Така тенденція була характерна до середини 80-х рр. минулого сторіччя. На сьогодні такої відмінності в фауні Утлюцького лиману не спостерігається. Причиною цього є зниження солоності лиману до рівня морської та нижче, що пов'язано з відсутністю солоного стоку Сивашу, який значно опріснився за останні роки. Солоність першого плеса Східного Сивашу коливається в межах 10,6-12,9 г/л, що не може суттєво вплинути на рівень мінералізації Утлюцького лиману.

Таким чином в сучасних умовах солоність Утлюцького лиману коливається в межах 7,8-11,9 г/л. Слід відмітити, що найбільш прісними є верхня частина лиману, в яку потрапляють відносно прісні води річок Великий та Малий Утлюк. Нижня частина лиману майже не відрізняється за рівнем солоності від вод північно-західної частини Азовського моря. Дані показники якості води формують видовий склад іхтіофауни водойми та впливають на розподіл риб в різних її акваторіях.

Відомо, що для малакофауни Азовського моря солоність води є визначальним для складу видів фактором. Підвищена солоність північно-західної акваторії Азовського моря сприяє так званій «понтизації», тобто поширенню чорноморських видів фауни, зокрема молюсків, на лиманному узбережжі Федотової коси з півостровом Бірючим та в акваторії Утлюцького лиману. Так, наприклад, останніми роками було виявлено понад 20 видів чорноморських молюсків - мешканців більш солоного Чорного моря [1], які тут були відмічені уперше. Крім того, деякі еврибіонтні види молюсків, такі як рапана, розширили свій ареал, потрапляючи вже у риболовні сітки поблизу Генічеська.

Підсумовуючи, необхідно відзначити велике значення парадинамічних процесів між Східним Сивашем та Утлюцьким лиманом Азовського моря. Дані акваторії знаходяться у тісній взаємодії між собою, надаючи певних властивостей кожному з взаємодіючих географічних об'єктів як елементів системи і визначаючи екологічні особливості їх подальшого функціонування.

Використані джерела:

1. Анистратенко В.В. и др. Моллюски Азовского моря / В.В. Анистратенко, И.А. Халиман, О.Ю. Анистратенко. - К.: Наукова думка, 2011. - 173 с.
2. Антоновський О.Г. Динаміка макрзообентосу східного Сиваша в умовах гідроекологічних змін / О. Г. Антоновський, О. О. Крутікова // Вісник Запорізького національного університету: зб. наук. праць / ЗНУ. - Запоріжжя, 2012. - № 3. - С. 96-103.
3. Бабков И.И. Сиваш / И.И. Бабков. – Симферополь: Крымиздат, 1954. – 56 с.
4. Бобко Н.И. Гидрохимическая характеристика Восточного Сиваша и Молочного лимана / Фінальний звіт за темою “Проведення польових досліджень в районі Сивашу з метою збору гідробіологічних, іхтіологічних, гідрохімічних даних”. - Мелітополь, 2004. - 43 с.
5. Воронка В.П. Ландшафтна унікальність акумулятивних кіс Приазовської парадинамічної ландшафтної системи (на прикладі Північно-Західного Приазов'я) / В.П. Воронка // Вісник Чернівецького національного університету імені Юрія федьковича. Вип. 612-613. Серія Географія. – Чернівці, 2012. – С. 17-21.
6. Гетманенко В. А., Жирякова К. В. Гидробиологическое и рыбохозяйственное значение Утлюкского лимана // Рыбное хозяйство Украины. – 2005. – Специальный выпуск. – С. 70–72.
7. Гидрометеорологический справочник Азовского моря / Под ред. А.А. Аксёнова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 856 с.
8. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море / Ю.П. Ильин, В.В. Фомин, Н.Н. Дьяков, С.Б. Горбач; МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института. – Севастополь, 2009. – 402 с.
9. Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море / Коллектив авторов. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. – 434 с.
10. Коломійчук В.П. Флористична та ценотична різноманітність островів північно-західного узбережжя Азовського моря та Сиваша: Дис. ... к.біол.н. – К., 2002. – 240 с.
11. Марушевский Г.Б., Сиваш: природа и люди / Г.Б. Марушевский, В.А. Костюшин, В.Д. Сиохин. – Киев: Черноморская программа Ветландс Интернешнл, 2005. – 78 с.
12. Мильков Ф.Н. Принцип контрастности в ландшафтної географії / Ф.Н. Мильков // Известия АН СССР. Сер. географическая. - 1977. - №6. - С.93-101.
13. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы / Ф.Н. Мильков. – Воронеж, 1981. – 400 с.
14. Михайлов В.А. Географическая эволюция Сивашской лагуны / В.А. Михайлов // Культура народов Причерноморья. – 2006. - № 82. – С. 11-14.
15. Природа Сивашского региона и влияние на неё человека (состояние изученности и библиография) / Ю.А. Андрющенко, Н.А. Багрикова и др. // Под общ. ред. И.В. Довгала, В.А. Костюшина. – К.: Wetlands International, 2005. – 232 с.
16. Сиохин В.Д. Численность и размещение гнездящихся околоводных птиц в водно-болотных угодьях Азово-Черноморского региона Украины / В.Д. Сиохин, И.И. Черничко, Ю.А. Андрющенко и др. – К.: Wetlands International - АЕМЕ, 2000. – 476 с.
17. Сиохин В.Д. Сиваш – лагуна меж двух морей / В.Д. Сиохин, И.И. Черничко, В.А. Костюшин и др. – Мелітополь: Бранта; Симферополь: Сонат, 1999. – 60 с.
18. Современное состояние Сиваша. Сборник научных статей. - К.: Wetlands International - АЕМЕ, 2000. – 104 с.
19. Семенова Е.А. Водообмен Сиваша с Азовским морем / Е.А. Семенова // Сб. работ ГМО ЧАМ. Вып. 2. Севастополь, 1964. – С. 214-218.
20. Книпович Н.М. Гидрологические исследования в Азовском море / Труды Азово-Черноморской научной промышленной экспедиции. - Вып. 5, 1932.